

27945
DÉCOUVERTES

DE M. MARAT,

(*Docteur en Médecine & Médecin des Gardes-
du-Corps de MONSEIGNEUR LE
COMTE D'ARTOIS.*)

SUR LA LUMIÈRE;

Constatées par une suite

D'EXPÉRIENCES NOUVELLES

*Qui ont été faites un très-grand nombre de fois sous
les yeux de MM. les Commissaires de l'Académie
des Sciences.*



A L O N D R E S;

Et se trouve à PARIS,

Chez J O M B E R T, Fils aîné, rue Dauphine.

M. DCC. LXXX.

11-10-01

1609 / 5106.





AUX LECTEURS.

*EXTRAIT des Registres de l'Académie
Royale des Sciences, du 10 Mai 1780.*

M. MARAT, Médecin des Gardes du Corps de Monseigneur le Comte d'Artois, ayant prié l'Académie de lui nommer des Commissaires pour voir des Expériences sur la Lumière, la Compagnie nous en a chargés, M. le Comte de Maillebois, M. Sage, M. Cousin & Moi.

Ces Expériences, qui sont en très-grand nombre, roulent sur différens phénomènes de la Lumière, & particulièrement sur ceux qui appartiennent à son inflexion lorsqu'elle passe le long des corps, ainsi que sur ceux qui, selon l'Auteur, établissent que la décomposition des couleurs qu'on observe dans cette inflexion est la cause de celle qu'on observe dans le prisme, ou que celles-ci ne sont point l'effet de la réfraction, mais l'effet unique de l'inflexion avant d'y entrer; en sorte que, selon M. Marat, la décomposition de la Lumière dans son inflexion & celle qu'on observe dans son passage par différens milieux, sont la suite d'un même effet.

Mais comme toutes ces Expériences sont en

4 *AUX LECTEURS.*

très-grand nombre, ainsi que nous l'avons dit, que nous n'avons pu par-là les vérifier toutes (malgré toute l'attention que nous y avons apportée) avec l'exactitude nécessaire ; que d'ailleurs elles ne nous paroissent pas prouver ce que l'Auteur imagine qu'elles établissent, & qu'elles sont contraires en général à ce qu'il y a de plus connu dans l'Optique, nous croyons qu'il seroit inutile d'entrer dans le détail pour les faire connoître, ne les regardant pas comme de nature, par les raisons que nous venons d'exposer, à ce que l'Académie y puisse donner sa sanction ou son attache. Fait dans l'Académie des Sciences le 10 Mai 1780, LE ROY, COUSIN, SAGE.

Je certifie le présent Extrait conforme à l'original & au jugement de l'Académie. Ce 10 Mai 1780, le Marquis de CONDORCET.

LE 16 Juin 1779, j'informai M. le Comte de Maillebois que mon Mémoire sur le Feu avoit une suite, & que cette suite contenoit de nouvelles Expériences, servant à perfectionner la Théorie de Newton sur les couleurs, ou plutôt à en établir une nouvelle. Toujours attentif à ce qui peut intéresser l'Académie, M. de Maillebois lui en fit part le 19 ; & ce jour même l'Académie me fit l'honneur de me nommer des Commissaires, pour vérifier les faits qui font

la bâte de ma doctrine. La Commission fut composée de MM. de Maillebois , de Montigny , Sage , le Roy & la Lande , qui se fit substituer M. Cousin. Des affaires particulières ne permettant point aux trois premiers Académiciens de suivre régulièrement la vérification de mes Expériences , ils s'en rapportèrent aux deux dernières.

Commencée le 22 de Juin , elle fut enfin terminée le 30 Janvier 1780 ; & dès-lors j'ai souvent sollicité un rapport.

Je ne me suis jamais flatté que l'Académie confirmeroit les conséquences que j'avois déduites d'une longue suite de faits surprenans & inconnus , puisque j'avois prié MM. ses Commissaires de borner leur rapport à la vérification de ces faits : mais j'avois droit d'attendre que cette savante Compagnie prononçât sur l'exactitude & la nouveauté de mes Expériences.

Je ne ferai aucun commentaire sur l'acte Académique qu'elle a bien voulu m'accorder : à l'égard des raisons qui ont forcé au silence MM. ses Commissaires , je ne puis me refuser aux observations suivantes.

Mes Expériences ont été pendant sept mois sous les yeux de MM. de l'Académie ; & dans cet intervalle elles ont toutes été répétées un très-grand nombre de fois.

Elles ne leur paroissent pas prouver ce que

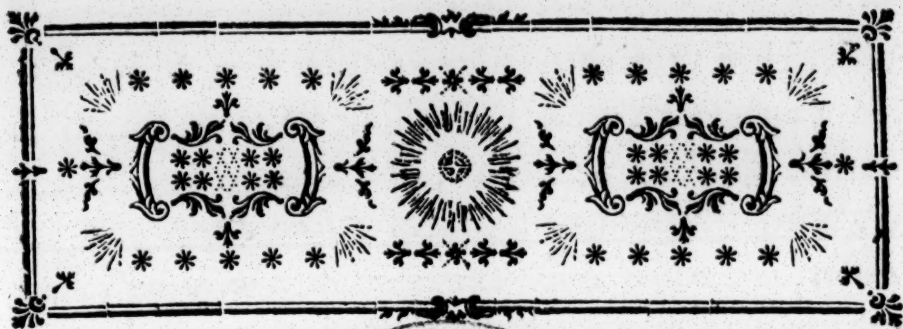
6 *AUX LECTEURS.*

j'imagine qu'elles établissent : mais il ne fut jamais question des conséquences, puisque le rapport ne devoit point porter sur la théorie.

Que si elles sont contraires en général à ce qu'il y a de plus connu dans l'Optique ; c'est ce dont j'étois persuadé, ce dont l'Académie étoit prévenue, & ce dont je me félicite ; destinées à établir une nouvelle doctrine, devoient-elles venir à l'appui des anciennes opinions ?

Assurément je m'honorerai toujours du suffrage des Savans distingués ; mais comme il n'est au monde aucune Société savante dont le jugement puisse rendre vrai ce qui est faux & faux ce qui est vrai ; je crois qu'en me refusant sa sanction, l'Académie des Sciences ne sauroit changer la nature des choses. S'il faut être jugé, que ce soit donc par un Public éclairé & impartial : c'est à son Tribunal que j'en appelle avec confiance, ce Tribunal suprême dont les Corps scientifiques eux-mêmes sont forcés de respecter les arrêts.





DÉCOUVERTES

DE M. MARAT,

SUR

LA LUMIÈRE.

De l'Attraction de la Lumière.

QUAND on expose un corps quelconque aux rayons Exp. 1. solaires, rassemblés dans la chambre obscure à l'aide d'un simple objectif, on voit son ombre environnée d'une raie lumineuse (1), plus ou moins vive & plus ou moins étendue relativement à la distance où il est de la toile.

Ce phénomène ne tient point à une double

(1) Je nommerai *auréole* cette raie lumineuse, afin d'éviter d'ennuyeuses circonlocutions.

Exp. 2. réfraction ; puisqu'il n'a pas moins lieu , lorsqu'on se sert d'un miroir d'acier. Il ne tient pas non plus à la forme de l'air ambiant , comme je (1) l'avois

Exp. 3. d'abord soupçonné ; puisqu'on ne l'apperçoit pas moins autour des corps extrêmement minces qu'autour des corps sphériques. A quoi donc l'attribuer ? au principe de l'Attraction qui rassemble à la surface des corps les rayons de lumière dont ils sont environnés.

Ces rayons ne peuvent être rassemblés à la surface d'un corps qu'aux dépens du milieu ambiant : ce milieu doit donc être moins éclairé ; & sa différence de clarté , quoiqu'insensible dans un grand espace , doit s'appercevoir dans un espace fort petit. — Mais comment rétrécir le champ de lumière ? — Rien de si facile : au lieu de le former au-dehors des corps , il faut le former au-dedans.

Exp. 4. Ainsi quand on place dans le cône lumineux , à quatre pieds de la toile , une carte , une lame métallique , une petite planche , percées d'un trou de six lignes en diamètre ; l'ombre de ces corps paroît autour du trou bordée

(1) Si j'ai laissé dans mon Mémoire sur le Feu la remarque de la page 8 ; c'est qu'il m'eût été impossible d'indiquer la vraie cause du phénomène en question , sans mettre le Lecteur sur la voie des découvertes dont je publie aujourd'hui le précis.

d'une raie de lumière très-vive ; tandis que l'espace circonscrit est d'une teinte moins claire que le fond du tableau. Si le trou a trois lignes , l'espace circonscrit *Exp. 5.* sera d'une teinte encore moins claire. S'il a une ligne , en *Exp. 6.* place d'aurole , l'ombre vers la circonférence se trouvera bordée d'une teinte obscure , moins foncée toutefois vers le centre. D'ailleurs quelque forme qu'ait ce trou , toujours les mêmes résultats accompagneront les mêmes expériences. Les rayons auxquels il donne passage sont donc principalement attirés vers ses bords (1).

Démontrons cette vérité d'une manière encore plus évidente. Lorsque le trou fait à la carte , à *Exp. 7.* la lame métallique , à la petite planche , n'a qu'un quart de ligne en diamètre ; l'espace circonscrit par les bords de l'ombre , au lieu d'offrir un point lumineux , est d'une teinte très-obscure , & toujours d'autant plus obscure que le trou est plus étroit. Ce phénomène s'observe en grand comme en petit : peut-être alors est-il plus propre à déceler la cause à laquelle je l'attribue. Placez , à quelques pouces du foyer , une carte percée *Exp. 8.* d'un trou de deux lignes , de manière que le centre corresponde à l'axe du cône lumineux ; & vous verrez l'ombre des bords environnée d'une aurole brillante en-dehors , terne au milieu , obscure en-dedans , toujours d'autant

(1) Comme les rayons du milieu se trouvent également attirés de tous côtés , ils suivent seuls leur direction.

plus obscure qu'elle approche davantage de l'ombre. D'où vient cette privation de lumière ? si ce n'est de ce que les rayons les plus proches de la circonférence du trou sont attirés avec force, & repliés à sa surface.

Continuation du même sujet.

Exp. 9. Au volet d'une chambre obscure, adaptez un tuyau de carton noirci (d'un pied en diamètre sur deux pouces en longueur) destiné à donner passage aux rayons immédiats du soleil ; & l'ombre des bords du tuyau paroîtra environnée d'une auréole, dont les dégradations de lumière sont les mêmes que dans l'expérience qui précède.

Exp. 10. Au faisceau que forment ces rayons, opposez (à six pieds de la toile) une feuille de fer-blanc percée d'un trou de quinze lignes, & l'ombre des bords de cette ouverture sera environnée d'une auréole brillante en-dehors ; mais l'espace circonscrit paroîtra moins éclairé que le fond du tableau (1).

(1) Toutes les expériences, par lesquelles on a entrepris de prouver que l'intensité de la lumière est en raison inverse du carré de la distance, sont mal imaginées (voyez Opt. de Smith, L. I. & II.) ; parce que les rayons qui partent de l'objet lumineux sont en partie déviés par les côtés du trou qui leur donne passage, & toujours d'autant plus déviés que le trou est plus petit. Il doit donc s'en trouver proportionnellement moins sur le plan qui les reçoit, qu'il n'en a passé par ce trou ; & cela indépendamment de ceux qui s'éteignent dans le milieu à traverser.

A la feuille de fer-blanc, substituez deux planches Exp. 11. de six pouces chacune, placez-les par le côté à quelque distance l'une de l'autre, éloignez-vous de la toile; & l'espace qui sépare l'ombre de leurs bords sera rempli par deux auréoles brillantes espacées par une raie obscure. Quelque corps que vous présentiez aux rayons du soleil, toujours l'ombre sera environnée d'une raie de lumière plus vive à sa partie externe que le fond du tableau. Présentez-leur une lame Exp. 12. métallique percée d'un trou de trois lignes: en la plaçant à quinze pouces de la toile, les bords extérieurs de l'auréole coïncideront, & le petit champ de lumière offrira au centre un point lumineux très-brillant, circonscrit par une teinte terne, puis obscure, & toujours plus obscure qu'elle approche davantage des bords. De ces expériences, & de mille autres semblables, concluons que tous les corps attirent la lumière.

Mais des rayons qui se trouvent dans la sphère d'attraction d'un corps isolé, ceux qui sont tangens se replient à sa surface, & deviennent convergens: ceux qui forment les couches contiguës sont aussi repliés, mais beaucoup moins; & toujours d'autant moins, qu'ils s'éloignent davantage, jusqu'à ce que la force attractive, trop foible pour les dévier sensiblement, les accumule aux bords de sa sphère d'activité, tant qu'elle conserve un peu plus d'énergie qu'elle n'en a dans le milieu ambiant Voilà d'où vien-

nent dans l'auréole , l'obscurité de sa partie contigüe à l'ombre des corps , la teinte terne de sa partie intermédiaire , & l'éclat de sa partie extérieure.

Aux rayons immédiats du soleil , l'auréole qui environne l'ombre des corps est moins brillante qu'aux rayons rassemblés dans la chambre obscure ; parce que dans le dernier cas , il y a moins de lumière réfléchie de tous côtés. Elle est aussi beaucoup plus étendue , & l'on en verra la raison ci-après.

De la Périoptrique (1).

Ceux qui ont fixé les loix de la déviation des

(1) Je supplie le Lecteur de me passer ce terme : sans doute la déviation des rayons de lumière , dont je viens de parler , n'est au vrai qu'une réfraction externe , & elle doit être rapportée au même principe ; puisque la force qui agit à la surface des corps diaphanes convexes pour plier vers leur axe les rayons qui les pénètrent , agit à leur circonférence pour plier vers leur axe les rayons qui les environnent. Mais quoique le principe soit commun , les loix sont différentes , & il importe de ne pas confondre les phénomènes. Or c'est la partie de l'optique qui traite de la déviation des rayons de lumière à la circonférence des corps que je désigne sous le nom de *Périoptrique*.

Comme le sujet que je vais traiter est tout neuf , il manque de termes propres , il ne peut néanmoins s'en passer : ainsi ceux

rayons de lumière n'ont jamais considéré que les milieux réfringens ; aussi ces loix sont-elles insuffisantes pour éclaircir tous les phénomènes.

Selon eux , les rayons de lumière ne changent (1) jamais de direction qu'en passant obli-

de dévier , déviablés , déviation , déviabilité , seront consacrés à la Périoptrique ; comme ceux de réfracter , réfrangible , réfraction , réfrangibilité sont consacrés à la Dioptrique.

Ces distinctions sont indispensables ; & la crainte d'introduire des mots nouveaux , pour lesquels les Lecteurs ont toujours beaucoup d'éloignement , ne doit pas retenir un Auteur , s'il veut être entendu.

(1) Je compte ici pour rien cette *inflexion* des rayons solaires , presque imperceptible , dont parle Newton au Livre III de son Optique , observation IX : à peine va-t-elle à $\frac{1}{310}$ de pouce ; aussi n'a-t-il pas cru devoir rien changer à l'opinion reçue de la propagation constante de la lumière en droite ligne (voyez quest. 23). Or cela ne ressemble guère à notre nouvelle doctrine ; car on verra ci-après que la sphère de lumière des corps globuleux d'un certain volume , est au moins aussi étendue que leur diamètre ; & que les rayons qui en forment les différentes couches , après s'être déviés vers ces corps , convergent & se réunissent tous en différens foyers.

Je ne m'arrête pas non plus à démontrer ici que cette inflexion de la lumière , que Newton attribue à une force répulsive , qui éloigneroit des corps les rayons solaires , sans qu'il y eût de contact immédiat entr'eux (Optiq. quest. 31), n'a pas été jusqu'à présent mieux observée qu'expliquée. On verra du premier coup d'œil qu'elle tient à notre nouveau principe ; puisque l'augmentation de l'ombre des petits corps exposés aux rayons solaires dans la

quement d'un milieu dans un autre de différente densité : toutefois il est incontestable qu'ils en changent toujours dans le même milieu , lorsqu'ils passent près d'un corps qui y est placé. Se trouvent-ils dans la sphère d'attraction ? — ils se replient jusqu'à certain point à la circonférence , & se prolongent ensuite en droite ligne. Cette vérité , que je viens de déduire de l'observation d'un phénomène constant , se démontre d'une manière directe : car l'ombre des corps opaques n'est jamais proportionnelle à l'espace qu'ils occupent dans le cône lumineux⁽¹⁾ ; mais la différence est bien plus marquée aux rayons immédiats du soleil. *Présentez-leur un disque métallique de deux pouces en diamètre ; puis sur*

Exp. 13. un carton placé tout auprès recevez-en l'ombre , elle vous paroîtra d'égale étendue ; éloignez par degrés le carton , & l'ombre diminuera de beaucoup ; éloignez-le

Exp. 14. davantage , & l'ombre diminuera encore. A côté de ce disque , placez-en un pareil , mais dont le milieu soit percé d'un trou de six lignes ; & à six pieds de-là rece-

chambre obscure , est en plus grande raison que celle de leur distance à la toile , simplement parce que les rayons repliés à la circonférence de ces corps , se croisent , & se prolongent ensuite jusqu'à la toile en divergeant.

(1) On verra ci-après que cette disproportion est bien plus considérable qu'elle ne le paroît.

vez-en l'ombre, vous trouverez qu'elle n'a guère que quinze lignes. Si vous examinez ensuite le champ circonscrit par la circonférence du trou, il remplira presque tout cet espace. D'où vient cela? de ce que les rayons qui environnent le disque, fortement attirés, se replient sur lui, & changent de direction. Des rayons déviés, les tangens à la circonférence extérieure & les tangens à la circonférence intérieure convergent donc : aussi son ombre diminue-t-elle à mesure qu'on éloigne le tableau, jusqu'à ce qu'ils soient parvenus à leur point d'intersection. Les rayons solaires forment donc foyer au-delà des corps opaques qu'ils environnent, comme ils forment foyer au-delà des corps diaphanes convexes qu'ils pénètrent.

Si l'on doutoit encore de cette vérité, en voici d'autres preuves. Après avoir introduit ces rayons par un grand trou (1) fait au volet d'une chambre obscure, examinez l'ombre d'un boulet projetée sur un carton à une très-petite distance ; vous la trouverez à-peu-près de même diamètre que l'objet, également noire dans toutes ses parties, & toujours bien terminée. Si vous éloignez le carton, l'ombre diminuera ; mais les Exp. 15. bords n'en seront plus aussi nettement terminés, ils s'éclairciront ensuite peu-à-peu, puis ils s'étendront par degrés : alors, circonscrits par une auréole, ils circon-

(1) Il doit avoir au moins dix pouces en diamètre.

Exp. 16. criront à leur tour un orbe plus noir (1). A mesure que la distance augmente, l'orbe central diminue, il disparoît enfin pour être remplacé par un orbe moins obscur que les bords, l'ombre aussi continue à diminuer, mais l'espace orbiculaire s'étend & s'éclaircit ; tandis que le cercle dont il est environné s'obscurcit & se resserre. Lorsque l'ombre est fort petite, au centre se forme un point lumineux : c'est ce point lumineux qu'il faut regarder comme foyer d'une partie (2) des rayons déviés à la circonférence du boulet.

Puisque les rayons déviés par un corps ont un point d'intersection ; passé ce point, ils doivent prendre entr'eux un arrangement inverse. Ici le fait s'accorde avec la théorie : aussi lors-

Exp. 17. qu'on éloigne davantage le boulet, voit-on l'ombre disparoître totalement (3), ou plutôt circonscrire un champ

(1) Cet orbe n'est bien marqué que lorsque le soleil est peu élevé sur l'horison, & lorsque le carton où l'ombre est projetée se trouve du volet à vingt ou vingt-cinq pieds : mais il faut avoir

Exp. 18. soin de tenir la boule au milieu du champ de lumière ; car si l'ombre porte sur l'auréole des bords du trou, elle cessera d'être régulière, & sa partie immergée prendra une forme elliptique. Phénomène singulier, bien propre à démontrer la déviation des rayons solaires sur les bords du trou fait au volet, & dont nous déduirons des conséquences dans la suite.

(2) Voyez à ce sujet l'article de la déviation des rayons de lumière à la circonférence des corps.

(3) Il est vrai que l'endroit où l'ombre a disparu n'est jamais

de lumière ; comme on voit la lumière circonscire un champ d'ombre , lorsqu'on place à côté du boulet un disque Exp. 19. de même diamètre , & percé d'un trou au milieu (1). Mais pour que ces expériences réussissent toujours , il faut que le ciel soit extrêmement pur ; on en verra la raison ci-après.

Il est donc hors de doute que les rayons de lumière se dévient toujours en passant près d'un corps ; mais ils ne se replient pas tous également à sa superficie. Ainsi de quelque manière qu'ils tombent sur un corps opaque placé à quelque distance de la toile , l'ombre ne tranche jamais dans le champ lumineux. Tombent-ils parallèlement sur des corps d'un certain volume ? l'ombre est toujours plus petite , & d'une teinte moins obscure vers les bords. Si ces corps sont d'un petit volume , leur ombre mal dessinée ressemble à celle des corps diaphanes ternes. Si ces corps sont d'un volume fort petit , leur

si clair que le fond du tableau : & cela n'est pas étrange ; puisque les corps opaques interceptent le passage des rayons incidens. De ces rayons , les uns se sont réfléchis de dessus sa surface , les autres se sont éteints dans son tissu ; ils se trouvent donc de moins dans l'endroit où étoit l'ombre , quoique cet endroit soit éclairé par les rayons qu'a déviés ce corps.

(1) Pour un boulet d'un pouce en diamètre , ce point est à dix pieds de la toile ; & pour un disque de deux pouces , percé au centre d'un trou de six lignes , ce point en est à six pieds.

ombre disparoît tout-à-fait. Elle disparoît de même, quoique fort grands, dès que leur distance à la toile est proportionnellement augmentée. Lorsque les rayons divergent, l'ombre des corps opaques n'augmente pas en raison de leur distance à la toile ; & toujours elle est d'une teinte plus claire aux bords qu'au centre. Enfin lorsque les rayons convergent, l'ombre des corps opaques diminue en plus grande raison que celle de leur distance à la toile. Phénomènes impossibles à concevoir, si les rayons tangens aux corps se prolongeoient, dans un même milieu, suivant la même direction ; mais bien simples à comprendre en admettant notre nouveau principe, dont ils sont les suites nécessaires.

Les conséquences de ce principe, & leur application aux instrumens d'optique, à l'astronomie, &c., sont déduites dans (1) l'Ouvrage dont celui-ci n'est que l'extrait.

(1) J'y fais voir comment l'explication naturelle de l'aurore, du crépuscule, des occultations, des apparences optiques des éclipses, & de divers autres phénomènes dont on n'a point encore rendu raison d'une manière satisfaisante, découle de ce principe, sans parler des changemens à faire aux tables de réfractions astronomiques.





De la Sphère d'Attraction de la Lumière.

Comme tous les corps attirent la lumière ; au milieu de celle qui remplit les espaces immenses de l'univers, ils en ont donc chacun une atmosphère particulière. Cette atmosphère devient sensible par l'aurole dont leur ombre paroît environnée ; & c'est elle toujours qui forme leur sphère d'attraction.

Sans art, on ne peut guère la déterminer dans la chambre-obscure. Tant que les rayons solaires se trouvent rassemblés par un objectif, comme ils sont fort divergens, ils paroissent céder moins à la force attractive qui tend à les détourner de leur direction ; & comme ils sont très-rares, ils donnent aussi moins de prise à cette force, qui ne paroît pas alors déployer sur eux toute son énergie : d'ailleurs le champ lumineux n'est point déterminé par les rayons externes du cône près le sommet ; assertion dont la preuve se trouve établie dans un article qui suit.

Pour déterminer à la vue seule cette sphère, il faut introduire dans une chambre les rayons immédiats du soleil, lorsqu'il est peu élevé sur l'horison (1) : ainsi après avoir ouvert une croisée, si

(1) Toutes les expériences de ce genre doivent se faire, lorsque

Exp. 20. vous fermez un des volets, de manière que l'ombre des bords porte sur le mur ; vous verrez cette ombre environnée d'une grande auréole. Si vous approchez du volet le bout d'un bâton, jusqu'à ce que son ombre coïncide avec l'auréole, la distance où il sera du bord mesurera à peu-près l'étendue de la sphère d'attraction.

Mais ce n'est point-là où se borne cette sphère. Lorsque l'objet est isolé, plus il s'éloigne, plus elle s'étend ; pourvu néanmoins que sa force attractive soit encore supérieure à celle du milieu qui l'environne. J'ai dit lorsque l'objet est isolé ; car elle est moins grande, s'il y a quelque corps sur la même ligne où passent les rayons :

Exp. 21. aussi, quand on approche jusqu'à certain point du volet une grande planche, apperçoit-on l'auréole diminuer. D'où vient cela ? de ce que la force attractive se trouve alors contrebalancée par elle-même, & que les rayons qui remplissent l'espace intermédiaire sont attirés de côtés opposés. On voit à présent pourquoi l'auréole diminue, à mesure qu'on approche l'objet du mur qui reçoit l'ombre ; car les rayons, plus fortement attirés par ce mur, résistent aussi davantage à leur déviation : ils s'éloignent donc moins de leur direction

le soleil est peu élevé sur l'horison ; afin de ne pas confondre la déviation des rayons — suite de l'attraction des corps, avec leur déviation — suite du pouvoir réfractif de l'air.

rectiligne. Qu'on fasse attention à la figure de cette sphère , on la trouvera orbiculaire autour des masses orbiculaires , ovale autour des masses ovales , triangulaire autour des masses triangulaires ; en un mot toujours semblable à celle des masses qu'elle environne.

L'eût-on soupçonné ? Dans certains corps , même d'un assez petit volume , placés à quinze pieds du mur , la sphère d'attraction de la lumière s'étend à quelques pouces. Chaque jour on avoit ce phénomène sous les yeux , & on n'y faisoit point d'attention.

De l'étendue de la Sphère d'Attraction de la Lumière.

J'ai fait voir que les rayons de lumière , qui se trouvent dans la sphère d'activité d'un globe , se replient à sa circonférence , convergent vers son axe , & prennent après leur réunion au foyer un arrangement inverse. J'ai fait voir aussi que ces rayons sont toujours d'autant moins convergens qu'ils s'éloignent davantage de leur centre d'attraction , & cessent enfin de l'être dès que la force attractive du globe devient égale à celle de l'air ambiant. L'auréole qu'ils forment en plein air est donc toujours circonf-

crite par des rayons rectilignes parallèles (*). Ainsi, dès qu'ils sont hors de la sphère d'attraction de la toile, quelque arrangement qu'ils prennent entr'eux, l'étendue de cette auréole est la même: comme on l'observe, soit que le globe fasse ombre, soit que son ombre ait disparu, soit que l'endroit où elle étoit projetée offre un champ éclairé. Or, on remarque que dans des globes de différente matière & de différente grandeur, elle s'étend à neuf huitièmes du diamètre: mais pour en bien distinguer les limites, il faut que le ciel soit pur, & qu'on ait le dos tourné au soleil.

De l'Angle de Déviation des Rayons Solaires.

Tout corps sphérique plus petit que le soleil, & qui en intercepte la lumière, formeroit nécessairement un seul cône d'ombre, si les rayons incidens convergeoient tous, & si les rayons tangens se prolongeoient en droite ligne; parce que des droites menées de la circonférence du disque solaire à celle de ce corps, étant prolongées, se coupent à un point commun, & décrivent nécessairement une figure conique.

(*) Ces rayons sont de deux ordres, comme on va le voir.

Mais

Mais de ces rayons , les uns sont plus ou moins convergens , les autres plus ou moins divergens ; ils ne sauroient donc tomber sur les mêmes parties du plan qu'ils éclairent. Ainsi l'ombre produite par les rayons interceptés doit être formée de deux orbes concentriques , dont l'un est plus petit , l'autre plus grand que le corps interposé : elle doit donc être plus obscure au centre qu'à la circonférence.

Parlons des corps placés à la surface de la terre. *Tant qu'un globe est en contact avec le plan où son ombre est projetée , la différence de ces orbes est imperceptible ; car la distance des rayons tangens qui divergent aux rayons tangens qui conver-* *Exp. 22.*
gent est incommensurable ; mais , pour peu qu'il soit éloigné de ce plan , la différence est bien marquée , puis elle disparaît à mesure que la distance augmente ; enfin les phénomènes deviennent inverses. Pourquoi cela ? Parce que les rayons convergens , repliés à la circonférence du globe , se réunissent au milieu de l'ombre , & l'éclairent ; tandis qu'elle continue à être circonscrite par les rayons tangens qui divergeoient : le cercle obscur qui reste , produit par les rayons interceptés , forme donc une ligne de séparation entre les rayons convergens les moins déviés , & les rayons divergens les plus déviés. Que si l'ombre n'est pas immédiatement environnée d'un champ de

lumière bien vive ; c'est que les rayons qui environnent un corps ne peuvent se replier sur lui, qu'aux dépens de l'espace qu'ils étoient destinés à éclairer.

Des rayons tangens déviés, les divergens circonscrivent les convergens : ainsi, avant leur point d'interfection, c'est sur l'orbe externe qu'on doit déterminer la déviation des premiers, & sur l'orbe interne qu'on doit déterminer la déviation des derniers.

Examinons un instant la diminution de ces orbes dans l'ombre de plusieurs boules d'un diamètre donné, placées à différentes distances de la toile. *Le Soleil étant péricée, ou plutôt son*
Exp. 23. diamètre apparent étant de 32 minutes ; si vous exposez à ses rayons immédiats, des boules de douze lignes, l'orbe inscrit disparaîtra à 25 pouces de la toile, quoiqu'il ne dût disparaître qu'à 9 pieds 8 pouces, 1 ligne (1), si les rayons tangens se prolongeoient en ligne droite ; parce qu'à cette distance, la soutendante d'un angle de 32 minutes est exactement d'un pouce.

Exp. 24. D'un autre côté, l'orbe externe disparaît à dix pieds de la toile ; tandis qu'il devroit avoir au moins

(1) En supposant le rapport du diamètre à la circonférence, comme celui de 7 à 22.

un pouce en diamètre (1), car des rayons dardés du même point, & qui n'ont qu'un pouce d'écartement après s'être prolongés à 30 millions de lieues, doivent être regardés à-peu-près comme parallèles (2). J'ai dit que l'orbe externe doit avoir un pouce en diamètre ; & cela est vrai, dans la supposition toutefois que l'ombre n'est circonscrite que par des rayons partis du centre du disque solaire, c'est-à-dire, par les rayons qui divergent le moins.

Aux boules de douze lignes, substituez-en de 24 ; Exp. 25. l'orbe central disparaîtra à cinquante pouces, & l'orbe externe à 20 pieds. Remplacez celles-ci par des boules Exp. 26. de 48 lignes ; le premier disparaîtra à cent pouces, & le dernier à 40 pieds (3) : d'où il suit que l'angle de déviation des rayons tangens respectifs, qui se trouvent dans la sphère d'activité des corps globuleux, est le même, quel que soit le diamètre de ces corps. Quand on cherche à déterminer celui des rayons convergens, dans des

(1) Un pouce & une fraction incommensurable.

(2) A cette distance, la soutendante d'un angle formé par des rayons partis des extrémités du demi-diamètre du soleil, & qui se couperoient à la circonférence du plus grand cercle du corps interposé, n'a jamais qu'une soutendante de 16'.

(3) J'aurois suivi la progression dans une suite de boules d'un diamètre multiple du premier, si j'avois pu disposer d'un local convenable.

boules d'un pouce, on trouve qu'il est de 58 minutes; car l'orbe interne disparoissant à 25 pouces de distance, cet angle a un sinus de 21 lignes $\frac{3}{4}$, dans un cercle de 9 pieds 8 pouces 1 ligne de rayon: or, une droite de 21 lignes $\frac{3}{4}$ y soutend un angle de 58 minutes.

D'un autre côté, l'orbe externe disparoît à dix pieds, tandis qu'il devrait avoir au moins un pouce en diamètre; l'angle de déviation des rayons qui divergent, a donc un sinus de 6 lignes: or, dans un cercle de dix pieds de rayon, une droite de 6 lignes soutend un angle de 15 minutes, 30 secondes. D'où il paroît que la déviation des derniers est proportionnellement plus petite que celle des premiers; & cela doit être, parce qu'en se prolongeant, ceux-ci tendent davantage à s'éloigner du corps avec lequel ils sont en contact.

A mesure que la distance de la boule au carton augmente, l'orbe circonscrit perd de son obscurité; les rayons qui l'éclairent se rapprochent, enfin ils se réunissent en un point: c'est ce point qu'on doit regarder comme foyer des convergens qui forment les dernières couches de l'auréole de la boule. *Qu'on ne mette en expérience que des boules homogènes; dans*
Exp. 27. celles d'un pouce, à 8 pieds de la toile, le point lumineux aura toute sa vivacité: à 16 dans celles de deux

pouces ; à 32 dans celles de quatre pouces , &c. & dans toutes l'étendue de l'auréole est de $\frac{2}{8}$ du diamètre. Mais à en retrancher trois lignes pour la partie où les rayons sont accumulés ; l'angle de déviation des convergens les moins déviés a donc un sinus de douze lignes : or dans un cercle de 8 pieds de rayon , une droite de 12 lignes soutend un angle de 38 minutes 40 secondes. Il suit delà que , des rayons qui convergent les tangens sont proportionnellement beaucoup plus déviés que ceux des dernières couches de l'auréole. Au reste , ces rapports ne sont fixés qu'en gros (1) : car les rayons des différentes couches , repliés à la circonférence d'un corps sphérique , se prolongent ensuite en ligne droite , & se coupent en différens points de l'axe.

A l'égard des tangens , ces rapports sont moins rigoureux encore. *Après avoir placé un* Exp. 23 *lumignon au milieu d'une petite chambre noire , arrangée de manière à empêcher tout reflet ; suspendez une boule de deux pouces en diamètre au centre d'un trou de trois pouces d'ouverture ; à dix pieds de distance , l'ombre projetée sur la toile aura cinq pieds. Du centre de cette ombre & à quelques pouces de la toile , si vous regardez le trou avec une lentille placée dans un point convenable ,*

(1) On verra ci-après que différentes causes concourent à les faire un peu varier.

vous n'appercevrez point la boule, quoique les rayons incidens divergent ; car les tangens repliés à la circonférence & réfractés par le verre, font foyer au fond de l'œil, & couvrent d'une couche lumineuse le corps qu'ils enveloppent.

Exp. 29. A une distance beaucoup moindre, regardez la boule ; & elle vous paroîtra comme un petit orbe noir, environné d'une auréole ardoise. Eloignez-vous peu-à-peu jusqu'à certain point ; & vous verrez en place un orbe blanc

Exp. 30. terne. Rétrecissez jusqu'à un tiers d'ouverture le trou fait au côté de la petite chambre noire, & suspendez la boule à un pouce de distance ; l'ombre couvrira toute la toile : appliquez immédiatement l'œil à quelques lignes du centre de l'hémisphère postérieur, & elle vous paroîtra entièrement transparente (1).

De l'Energie de l'Attraction de la Lumière.

Elle varie avec la densité des corps, elle varie aussi avec leur nature ; car si c'est une loi constante que la force attractive s'y déploie proportionnellement à la masse, ce n'est pas une loi moins constante que cette force s'y déploie proportionnellement à l'affinité qu'ils ont entr'eux.

La première de ces loix est démontrée dans

(1) Elle a exactement la couleur d'un œuf frais vu à la lumière d'une bougie.

l'air plus ou moins (1) condensé, par le plus ou le moins de réfraction que les rayons y éprouvent : mais la dernière peut se démontrer à l'œil même dans tous les corps, opaques ou transparens.

Après avoir introduit dans une chambre obscure les Exp. 31. *rayons solaires (2) par une ouverture de quinze pouces en quarré, faite au volet ; si vous leur présentez sur une même ligne (3), à quatre pieds de la toile (4), des corps de mêmes dimensions & de différente densité, vous n'observerez pas dans tous, que l'auréole qui les environne s'étende davantage autour des plus denses ; dans quelques-uns même, elle s'étend beaucoup moins. D'après une multitude d'expériences de ce genre, il conște que certains corps, tels que les bois blancs, la résine, le papier, la toile de coton,*

(1) Les expériences d'Hauksbée, faites avec un prisme rempli d'air plus ou moins condensé, sont bien connues. Voy. Hauksbée, Expér. Phys. Méchan. vol. I.

(2) Pour cela il faut que le soleil soit peu élevé sur l'horison.

(3) Une précaution nécessaire, c'est d'éloigner assez ces corps les uns des autres, pour qu'ils ne diminuent pas réciproquement leur sphère d'attraction.

(4) A cette distance, l'auréole se trace assez nettement sur la toile. Pour la distinguer dans des corps plus éloignés, il faut avoir soin de ne jamais présenter au soleil qu'un de leurs côtés ; car la force attractive, faisant converger les rayons tangens, doit nécessairement diminuer l'ombre, & la confondre dans l'auréole ; encore ne peut-on examiner de la sorte que de grands objets.

la cire , le suif , le plâtre & surtout le fluide igné , attirent plus la lumière que les métaux ; comme on s'en assure en comparant l'étendue & l'éclat de leurs auréoles : mais dans la chambre obscure , la différence n'est bien sensible qu'à l'égard du fluide igné qui s'échappe d'un boulet incandescent ou de la flamme d'une grosse chandelle. Les substances hétérogènes attirent donc la lumière en raison composée de leur densité & de leur affinité avec elle.

Quant aux homogènes , elles l'attirent toutes en raison simple de l'étendue de leur surface.

Comme l'énergie de la force attractive se déploie toujours en raison inverse du quarré de la distance , elle est tout ce qu'elle peut être à la surface des corps : ainsi l'attraction de la lumière a proportionnellement plus d'intensité dans les petites que dans les grandes masses ; parce que leur superficie est proportionnellement plus étendue. Le fait établit cette vérité

Exp. 32. de plusieurs manières : après avoir placé dans le cône lumineux , & à égale distance de la toile , des boules de cuivre , de plomb , d'étain , d'argent , de bois , d'ivoire , de cire , &c. d'un pouce ou deux en diamètre chacune , mais vidées ; si à côté l'on place des boules de même matière & d'égal diamètre , mais pleines ; on n'observera pas que l'auréole augmente en étendue & en éclat autour des plus massives.

Dans les corps où la lumière est attirée à la fois par Exp. 33. deux surfaces internes, la partie intermédiaire de l'auréole acquiert de l'éclat : aussi les coins des angles sont-ils terminés par un petit quadrilataire, plus éclatant que la raie qui de part & d'autre concourt à le former ; & toujours d'autant plus éclatant que l'angle est moins obtus. Mais lorsque l'angle est aigu ; Exp. 34. au lieu d'un quadrilataire, c'est un espèce de triangle très-brillant, formé par l'intersection des lignes lumineuses qui se prolongent dans l'ombre ; triangle toujours d'autant plus brillant & plus grand que l'angle est plus aigu.

Lorsque ces corps ont des parties saillantes, bien qu'on Exp. 35. vienne à couper raz la pointe de l'angle externe, l'éclat de cette partie de l'auréole ne paroît pas diminuer.

La forme même qu'affecte l'auréole autour des corps anguleux, confirme notre théorie. Examinez leur ombre, & vous trouverez que tous les angles sont mouffes : l'auréole, extrêmement foible au sommet des pointes, s'évase d'une manière très-marquée sur les côtés, & paroît avoir un petit point obscur au milieu. La lumière qui la forme est donc attirée vers les endroits où la surface est proportionnellement plus grande.

De l'examen de ces phénomènes résulte une autre méthode d'établir la même loi. *Opposez aux rayons solaires un disque mince, de deux pouces Exp. 36.*

en diamètre , percé autour du centre de six ouvertures en forme de feuilles de jasmin , & placé de manière à faire ombre sur un carton à quinze pouces de distance ; si vous observez cette ombre , vous trouverez , non-seulement que les ouvertures sont proportionnellement plus grandes que dans le disque , mais qu'elles sont toutes
Exp. 37. devenues circulaires. A ce disque , substituez-en un avec des trous quarrés , & le même effet aura lieu. La raison de ce phénomène n'est pas difficile à trouver : car les rayons auxquels chaque ouverture donne passage , plus fortement attirés vers les angles que vers les parties latérales , se prolongent après avoir fléchi de la sorte , & tombent sur des endroits qui seroient restés dans l'ombre , s'ils se fussent prolongés en droite ligne , comme tangentes.

L'énergie de la force avec laquelle les corps attirent la lumière est en raison composée de leur affinité avec elle , de leur densité , de l'étendue de leur surface ; & quoique tous ces rapports se confondent dans un même effet , il est aisé de distinguer le produit de chacun en particulier.

Puisque les rayons qui se trouvent dans la sphère d'attraction d'un corps fléchissent vers son axe : par la déviation des rayons tangens , on peut connoître avec quelque exactitude l'énergie de cette force dans les différens corps ,

tant qu'ils sont placés sur la même ligne & environnés du même milieu. Il importe toutefois de ne mettre en expérience que des corps sphériques ; car les autres ayant des parties plus ou moins saillantes qui disparoissent successivement , l'ombre de leur masse n'est-elle jamais aussi nette.

Comme les rayons forment foyer au-delà des corps opaques qui les attirent ; il est simple de déterminer sur la distance focale l'énergie de la force attractive des corps sphériques de même volume , & de différente nature ou de différente densité. *Ainsi lorsqu'à huit pieds de la toile, Exp. 38. on expose immédiatement aux rayons solaires (1) des boules de liége , de pierre-ponce , d'ébène , de charbon , d'ivoire , de cristal-de-roche , d'étain , de cuivre , d'argent , de plomb , de poix , de cire , de plâtre , &c. d'un pouce de diamètre chacune : dans toutes , on voit un point lumineux bien marqué ; mais il est un peu plus petit & un peu plus vif dans les sept dernières que dans les six premières.*

Au lieu de déterminer sur le foyer des rayons l'énergie de cette force ; si on la détermine sur

(1) Je le répète , les résultats d'expériences de ce genre sont bien plus nets , lorsque le soleil est peu élevé sur l'horison ; parce qu'alors l'ombre des corps peut être reçue au fond d'une longue chambre où il n'y auroit presque pas de reflets.

la diminution de l'ombre totale à une distance donnée , on retrouvera les mêmes rapports.

Exp. 39. Lorsqu'à neuf pieds de la toile (1) , on expose immédiatement au soleil les mêmes boules ; dans toutes , l'ombre est extrêmement petite : toutefois elle paroît avoir un peu moins d'étendue dans le liége , la pierre-ponce , l'ébène , le charbon , l'ivoire , le cristal-de-roche ; que dans la poix , la cire , l'étain , l'argent , le cuivre ; mais elle en a un peu moins dans le plomb , & un peu moins encore dans le plâtre (2). Ces différences deviennent sur-tout sensibles , quand on place la boule de liége entre celle de plomb & celle de plâtre ; & beaucoup plus sensible , lorsqu'on met en expérience des boules d'un grand diamètre.

Or si l'on compare l'extrême différence de pesanteur spécifique du plomb au liége (3) , à la très-petite différence dans la diminution de leur ombre à une distance donnée , on sentira que la densité des corps influe peu sur l'attraction de la lumière.

(1) On sent bien , sans que je le répète , qu'il faut toujours fixer cette distance au point où l'ombre des corps est la plus petite , parce qu'alors leur différence devient plus marquée.

(2) Il est bien étrange que ce soit les corps opaques qui aient le plus d'affinité avec la lumière.

(3) La pesanteur spécifique du liége est à celle du plomb dans le rapport de 1 à 49.

Et si l'on compare l'égalité apparente de l'ombre (à égale distance de la toile) dans des boules de matière hétérogène, comme l'ébène, l'ivoire, l'étain, le cuivre, la poix, la cire, le charbon, le cristallin-de-roche, &c. on sentira que la différente nature des corps influe plus que leur densité sur l'attraction de la lumière. Ce qui paroîtra mieux encore, si l'on fait attention que l'ombre d'une boule de plâtre est un peu moins grande que celle d'une boule de plomb de même diamètre, quoique la pesanteur spécifique du plomb soit à celle du plâtre à-peu-près dans le rapport de 33 à 2.

Enfin si l'on fait attention à la très-petite différence d'étendue dans l'ombre des boules de matières si différentes par leur nature & leur densité; on sentira que la grandeur des surfaces influe beaucoup plus sur l'attraction de la lumière, que les deux causes précédentes.

Comme les rayons incidens sur l'hémisphère antérieur des boules sont en partie réfléchis de dessus sa surface, & en partie absorbés dans son tissu; des rayons qui forment sa sphère d'activité, aucun ne s'étend aussi loin que ceux qu'attire la portion qui forme son plus grand cercle. Aussi, *quand on compare l'ombre de ces boules Exp. 40. à celle de disques de même matière, de même diamètre, épais d'un quart de ligne, & également distans de la*

toile ; ne trouve-t-on aucune différence sensible. Il suit de-là que l'étendue de cette sphère est toujours en raison directe des circonférences : comme les
Exp. 41. faits le prouvent. Le diamètre de l'auréole d'une boule de deux pouces est double du diamètre de l'auréole d'une boule d'un pouce : celui de l'auréole d'une boule de trois pouces est triple : celui de l'auréole d'une boule de quatre pouces est quadruple , &c. Mais il ne faut le mesurer que lorsque l'ombre de ces boules est réduite à ses plus petites dimensions. Il est prouvé d'ailleurs que la déviation des rayons tangens à la circonférence des corps sphériques suit le rapport des circonférences, non celui des masses (1).

De la Décomposition de la Lumière.

Tous les corps connus décomposent la lumière , en l'attirant.

Exp. 42. Placez quelques-uns de ces corps dans le cône lumineux & à quatre pieds de la toile , leur auréole vous paroîtra beaucoup plus distincte : fixez avec soin cette auréole ; elle vous paroîtra divisée en trois petites bandes , une en-dedans indigo foncé , une en-dehors paille , & une blanche au milieu (2).

(1) Voyez les expériences de l'article précédent.

(2) Quand on s'est un peu exercé à observer l'auréole des corps , il n'est guère possible de se méprendre à ces teintes : mais

L'externe étant fort petite, afin de mieux en distinguer la teinte, on peut la doubler: *ce qui se fait sans peine en approchant par leurs bords deux Exp. 43. cartes, jusqu'à ce que les auréoles coïncident; alors la bande paille s'étend, & paroît d'une teinte plus décidée.*

Comme les rayons décomposés se replient sur le corps qui attire la lumière; pour les rendre visibles, il faut les obliger de suivre leur première direction. — Quel moyen d'y réussir? — Les attirer également de tous côtés, puisqu'ils ne se dévient qu'en vertu du principe de l'attraction. On demandera peut-être si ce n'est pas là retomber dans la même difficulté? Non sans doute; car pour peu qu'on ait d'imaginative, on sentira que tout solide découpé en réseau peut produire l'effet désiré: mais il importe que les bandelettes qui le composent soient parallèles, & n'aient pour intervalle qu'une petite étendue. Lors donc qu'à trois pieds de la toile, on expose aux rayons solaires une carte, une lame métallique ou une plaque d'ivoire découpée de la sorte; on voit nettement l'ombre du réseau bordée de raies différemment colorées. Lorsque ce réseau est irrégulier, ces raies sont

lorsque l'objectif n'a que trois pouces de foyer, elles sautent aux yeux; & plus le foyer est long, moins elles sont apparentes.

irrégulières aussi. Les couleurs qu'on y distingue constamment sont l'asur, le paille, le rose ; & quelle que soit la substance du corps en expérience, les phénomènes sont les mêmes : la décomposition de la lumière par la simple force attractive des corps qu'elle environne est donc un fait incontestable.

- Nous n'avons encore vu cette décomposition qu'en petit ; nous allons la voir en grand ; & pour la produire tout corps solide est bon , même le plus opaque , quelle qu'en soit la forme. *Si à*
- Exp. 44. cinq pouces du foyer , vous placez dans le cône lumineux un petit morceau de bois , une lame de plomb , un fétu de paille : vous verrez leur ombre environnée ; d'un côté , d'une large teinte bleue ; de l'autre , d'une teinte rouge plus étroite , contiguë à une teinte jaune beaucoup plus large. Plus les rayons divergent , mieux l'ex-*
- Exp. 45. périence réussit. Si à ces corps , vous substituez une carte percée d'un petit trou ; vous verrez l'ombre à la circonférence de ce trou bordée ; d'un côté , d'une teinte bleue ; de l'autre , d'une teinte rouge contiguë à une jaune.*

- La lumière , immédiatement décomposée par les corps opaques , donne souvent des couleurs
- Exp. 46. ternes : mais ces couleurs deviennent extrêmement vives ; quand à l'aide d'un verre convexe on rassemble les rayons trop dispersés. Cela se voit constamment dans la chambre obscure , au grand cercle indigo qui circonscrit*

circonscrit le champ lumineux , & à la bande colorée qui le termine inférieurement , lorsque les rayons se trouvent réfléchis sous un angle de 80 degrés : — phénomène toujours attribué à des réfractions prismatiques , & uniquement dû à la décomposition de la lumière par les corps qui forment la monture du microscope solaire (1).

Pour peu qu'on examine cet instrument , on verra que , les bords de la glace étant cachés sous ceux du cadre , elle présente aux rayons une superficie plane , dont les inégalités de parallélisme ne produisent guères d'autre effet apparent sur la toile que des ondes de vive lumière. Quant à l'objectif ; comme il pose sur une portée , ses bords n'entrent pour rien dans la réfraction des rayons rassemblés. Il est facile de s'en assurer par des expériences fort simples.

Après avoir introduit dans le canon du microscope so- Exp. 47.
laire un tuyau de bois ; si vous l'approchez à certain
point de cette partie de l'objectif où la lumière passe non-
décomposée , le champ lumineux paroîtra environné d'un
cercle bleu plus petit. Si vous faites tourner le tuyau , Exp. 48.
ce cercle suivra les mêmes mouvemens. Adaptez-y une
plaque métallique percée d'un trou découpé en festons , Exp. 49.

(1) On se rappellera que je n'emploie cet instrument qu'armé de son objectif.

Exp. 50. & le cercle bleu offrira le même dessein. Enfin, faites attention à ce cercle ; vous remarquerez qu'il fait partie de l'auréole des bords du trou , & que leurs mouvemens sont simultanés.

On peut aussi faire des expériences analogues relativement au miroir. Les raies rouge & jaune , qui terminent le champ lumineux, sont produites par la décomposition des rayons incidens sur le rebord supérieur du cadre ; car en le cou-

Exp. 51. vrant d'une bande de papier ou d'une lame de métal , on voit ces raies s'avancer dans le champ ; & tout

Exp. 52. corps , plaqué (1) sur la partie de la glace qui réfléchit

Exp. 53. la lumière la plus pure , produit le même effet. Cet effet d'ailleurs n'a pas moins lieu , lorsque le microscope est armé d'un miroir de métal poli.

D'après toutes ces observations , on pourroit croire que la lumière ne se décompose qu'à la circonférence des corps : mais lorsqu'ils sont isolés , comme chaque point de leur superficie devient circonférence relativement à la position de l'œil qui observe , il suit qu'elle se décompose sur leur surface entière Il est mille faits connus à l'appui de cette assertion.

(1) Je dis plaqué ; car dès qu'il laisse quelque interstice , il y a double réfraction.



Continuation du même sujet.

Jamais la lumière ne se décompose en traversant un milieu homogène, quel qu'en soit la figure ; & toujours elle se décompose à la circonférence d'un milieu contigu à un autre de différente énergie (1) : mais des rayons qui se prolongent au-delà de ce milieu , après s'y être réfractés , ceux qui paroissent décomposés sont tous tangens à quelque partie saillante de sa surface (2) , à moins qu'ils ne fussent déjà décomposés avant leur incidence. *Lorsque , sur Exp. 54. un verre convexe gélatineux ou d'un mauvais poli , on reçoit les rayons au centre du cône de lumière , on voit la toile entièrement couverte d'une moucheture de différentes couleurs , semblable au taffetas chiné : ce qui n'arrive point , lorsque le verre est d'un bon grain & d'un beau poli (3)*

Quand on rassemble les rayons solaires à

(1) Ce mot se rapporte au principe de l'attraction ; & je le substitue à celui de densité : parce qu'il est faux que ce principe ne déploye son énergie sur la lumière qu'en raison de la masse des corps.

(2) On sait que les rayons immédiats du soleil ne sont point parallèles.

(3) Elle ne se décompose pas même en traversant un système de lentilles , quel que soit leur diamètre & leur force réfringente , *Exp. 55.* pourvu toutefois que le verre en soit pur & bien travaillé.

l'aide d'une lentille ; l'espace qu'ils illuminent , avant & après leur point d'interfection , est constamment circonscrit par des cercles colorés. On attribue cette décomposition de la lumière à la différente réfraction des rayons hétérogènes : mais elle ne vient que du corps opaque qui forme la monture de la lentille ; comme

Exp. 56. on le démontre à l'aide de quelque marque particulière faite au rebord extérieur. Les rayons décomposés & repliés sur ce rebord tombent sur le verre : en traversant ce nouveau milieu , ils se réfractent donc chacun suivant leur degré de déviabilité.

Exp. 57. En veut-on une autre preuve ? Après avoir placé un carton à une distance convenable ; resserrez le champ des rayons convergens non décomposés , à l'aide d'une plaque de plomb percée d'un trou , dont le centre corresponde à l'axe du faisceau ; & vous le verrez également circonscrit par un cercle jaune bordé d'un rouge.

Exp. 58. Eloignez le carton jusqu'à ce que les rayons divergent , & vous le verrez également circonscrit par un cercle bleu

Exp. 59. bordé d'un violet (1). Découpez en festons la circonférence du trou , & ces cercles offriront le même dessein. Le verre ne fait donc que recevoir les rayons décomposés par cette plaque. — Mais une lentille sans mon-

(1) Les résultats de ces expériences ne sont bien nets que dans la chambre obscure.

ture offre les mêmes phénomènes ?— Assurément : & le moyen qu'elle ne le fasse pas ; puisque ses bords sont contigus à l'air , milieu d'une énergie très-différente. Or sur ces bords seuls s'est décomposée la lumière ; comme on l'observe , lorsqu'ils sont aussi découpés en festons , ou qu'on adapte quelque marque au-delà (1). Au reste des rayons qui forment ces différens cercles colorés , les seuls visibles sont ceux qui sont tangens aux parties polies de la surface réfringente ; les autres restent cachés dans l'ombre (2).

Pour former les couleurs que donne le prisme même , la lumière se décompose toujours aux bords des surfaces & jamais en les traversant (3).

(1) Pour que l'expérience réussisse , il faut que cette marque ne faille pas plus d'une ligne , & soit un peu inclinée à l'axe du verre.

(2) Voyez l'article *des prétendus cercles d'Aberration*.

(3) Une preuve incontestable que la lumière ne se décompose point dans le prisme en s'y réfractant , ou qu'elle ne fait que s'y réfracter lorsqu'elle est déjà décomposée. : c'est qu'une grande surface unie de teinte mixte vue au prisme ne paroît point changer ; les bords seuls semblent différemment colorés : *c'est que le spectre ne se forme point , lorsqu'on reçoit sur le prisme le foyer d'un faisceau de rayons solaires rassemblés par une lentille de peu d'ouverture ; pas même lorsqu'on interpose plusieurs autres prismes. Quel que soit le nombre des verres interposés , toujours ces rayons forment un champ circulaire de lumière , dont les bords seuls paroissent circonscrits de croissans colorés.*

Sur le grand angle d'un prisme presque équilatéral , si vous avez reçu l'axe d'un faisceau de rayons solaires immédiatement introduits dans la chambre obscure , par une ouverture de huit à dix pouces en quarré (1) ; en faisant tomber l'ombre sur un carton placé verticalement à quinze pouces de distance : de part & d'autre , se traceront aussi deux bandes de vive lumière , mais moins larges ; enfin du côté opposé à l'ombre , se tracera une troisième bande de vive lumière plus large que les précédentes , & séparée par une petite raie moins brillante. Ainsi toutes ces bandes se trouvent placées autour du prisme , comme autour d'un centre commun. Leur figure est déterminée par la sienne : mais l'ombre étant produite par des rayons interceptés , & les trois bandes de vive lumière étant formées par des rayons réfléchis , elles n'entrent pour rien dans notre examen. Quant aux bandes colorées , si on les examine avec soin , on les trouvera semblables : dans toutes deux , on voit du côté de l'ombre une raie rouge contiguë à une jaune ; de l'autre , une raie violette contiguë à une bleue.

Exp. 60. Lorsqu'on éloigne le carton , ces raies s'élargissent considérablement , & de leur mélange résultent diffé-

(1) Il faut que l'ouverture soit grande ; autrement la lumière tomberoit décomposée sur le prisme , comme on le verra dans l'article qui suit.

rentes teintes : mais lorsqu'on le rapproche jusqu'à Exp. 61. *certain point , chaque raie se rétrécit , & la jaune se trouve séparée de la bleue par un grand intervalle de lumière non décomposée. Faites attention à la place que ces raies occupent dans chaque image colorée , vous reconnoîtrez que la rouge & la jaune viennent du bord inférieur des faces de l'angle présenté au soleil ; tandis que la violette & la bleue viennent de leur bord supérieur.*

Cela paroît hors de doute , lorsqu'après avoir placé hori- Exp. 62. *fontalement le carton , on y fait porter par un bout la base du prisme , sur-tout si l'un des bords inférieurs a quelque marque particulière. Aussi , lorsqu'il est taillé en festons , les raies rouge & jaune paroissent-elles festonnées. J'ai dit que les raies bleue & violette viennent des bords supérieurs de cet angle : on le démontre en y collant une petite lame mé-* Exp. 63. *tallique dentelée , car alors l'ombre de chaque dent paroît environnée de bandes pareilles. Plus cette lame avance sur une des faces de l'angle , plus ces bandes colorées s'avancent dans le champ de lumière : ce qui prouve que les rayons décomposés à la circonférence de cette denture , passent au travers du prisme , & s'y réfractent simplement. La lumière se décompose donc sur les bords supérieurs des faces de cet angle , comme elle se décompose sur leurs bords inférieurs.*

Concluons que les rayons , qui ne sont pas

réfléchis, se réfractent dans le prisme sans se décomposer.

Continuation du même sujet.

A l'égard des expériences qui précèdent, il est clair que la lumière ne se décompose point en traversant le prisme : mais faites-nous voir qu'il en est de même à l'égard de celles de Newton. — Faisons mieux ; prouvons qu'elle est déjà décomposée avant de tomber sur cet instrument. Comme toutes les expériences Newtoniennes portent sur une seule, nous y bornerons notre examen : la voici (1).

Quand au milieu de l'une des surfaces du prisme, on reçoit les rayons solaires immédiatement introduits dans la chambre obscure, à travers un trou de quatre lignes percé au volet de croisée ; ils s'y réfractent : mais au lieu de continuer leur route, ils se relèvent pour former sur la toile une bande oblongue qui, terminée assez nettement par deux côtés rectilignes parallèles, mais confusément par deux bouts semi-circulaires, se divise perpendiculairement à sa longueur en raies colorées d'inégale étendue. C'est cette bande que Newton nous donne pour l'image colorée du soleil.

(1) Voyez son Optique, part. I, Exp. 3.

Il seroit facile de faire voir que l'orbe lumineux tracé sur la toile n'est qu'une image solaire tronquée ; parce que les bords en sont toujours plus ou moins obscurs : mais comment reconnoître pour vraie image du soleil cette bande oblongue colorée ? Passons toutefois là-dessus , pour démontrer que les rayons dont elle est formée sont tous décomposés avant leur incidence sur le prisme. Cette vérité est une suite nécessaire des expériences qui précèdent (1) ; car la lumière se décompose toujours à la surface des corps qu'elle environne ; mais établissons-là sur des preuves directes. *Après avoir introduit dans la Exp. 64. chambre obscure le faisceau destiné aux expériences prismatiques , à travers un trou de quatre lignes fait à un carton préparé avec le blanc d'Espagne : reçu à cinq pieds de distance au milieu d'un miroir métallique convexe , & réfléchi sur le carton , il forme un cercle lumineux d'où partent une multitude de traits colorés. Or,*

(1) Après avoir observé que la lumière se décompose autour de tous les corps , exposés à un petit faisceau de rayons introduits dans la chambre obscure ; comment Newton a-t-il répété pendant trente ans ses expériences , sans se douter qu'elle se décomposoit de même sur les bords du petit trou destiné à introduire ces rayons , & qu'elle tomboit toute décomposée sur le prisme ! mais ce qui paroîtra plus étrange encore , c'est que , depuis un siècle , les Physiciens répètent les mêmes expériences , sans s'en douter non plus.

puisque la lumière ne se décompose point par réflexion, elle étoit déjà décomposée avant de tomber sur ce miroir. D'ailleurs, *quand à l'aide*

Exp. 65. d'une lentille, on examine les bords du trou ; on y voit la lumière décomposée (1) : mais pour rendre les résultats de cette expérience plus sensibles, il faut qu'il y ait du verre au trou la distance du foyer, & de l'œil au verre une distance quintuple. On la voit aussi décomposée dans l'espace entier du trou, s'il n'a que demi-ligne en diamètre, simplement en y appliquant l'œil : les objets même qu'on apperçoit alors en paroissent tous bariolés (2).

Mais nous ne sommes pas au bout de nos
Exp. 66. preuves. Lorsqu'après avoir enlevé le miroir, on reçoit ce faisceau sur le milieu d'une lentille, à quelques pouces de distance, de manière que leurs axes coïncident ; l'ombre des bords du trou, projetée sur la toile, paroît bordée d'un cercle indigo contigu à un cercle bleu & ter-

Exp. 67. miné par une auréole. Si l'axe de la lentille est incliné

(1) Lorsqu'on regarde le soleil ou la flamme d'une bougie, à
Exp. 68. travers un trou de six lignes en diamètre percé dans une plaque d'acier ; si la surface en est bien polie, elle paroîtra couverte de
Exp. 69. franges colorées : même chose, lorsqu'on regarde au-dessus de la flamme d'une bougie, au travers d'un trou fait avec une épingle dans une plaque de plomb.

(2) Voyez à l'article, *autre méthode de déterminer l'étendue de l'auréole*, des preuves plus frappantes de cette vérité.

aux bords du trou , leur ombre sera circonscrite ; d'un côté , par un croissant bleu contigu à un indigo ; de l'autre , par un croissant rouge contigu à un jaune : & dans ces deux cas , l'espace intermédiaire sera rempli de lumière non-décomposée. Or , il est indubitable que ces croissans sont formés par la lumière décomposée aux bords du trou ; puisque sur quelque partie d'une lentille qu'on en reçoive le faisceau , s'il tombe à égale distance de l'axe , les croissans gardent toujours entr'eux le même ordre ; puisqu'ils en prennent un inverse , quand on les fait passer par une seconde lentille ; & puisqu'ils se rétablissent dans l'ordre primitif , quand on les fait passer par une troisième.

Exp. 70.

Exp. 71.

Exp. 72.

Si le faisceau est très-petit ; reçu au milieu du verre à deux pouces du volet , les rayons réfléchis sur un carton vertical formeront deux petites images du trou ; l'une , blanche en apparence ; l'autre , colorée en rouge , jaune & bleu , entièrement semblable à celle qui sera produite par réfraction du côté opposé. Quand on regarde obliquement dans le prisme en expérience , on y voit par réflexion l'image du trou bordée des mêmes croissans colorés.

Exp. 74.

Dans un article qui suit , on verra par la décomposition même du spectre , qu'il se forme de deux manières. Tant que le prisme est entièrement exposé aux rayons solaires , la lumière s'y décompose sur les bords : mais lorsqu'un faisceau de rayons ne tombe qu'au milieu de

l'une des surfaces réfringentes ; la lumière , décomposée au bord du trou qui lui donne passage , se réfracte dans le prisme , sans subir aucune décomposition.

*Autre Méthode de déterminer l'étendue de la
Sphère d'Attraction de la Lumière.*

On a vu comment on peut la déterminer dans les différens corps , par l'auréole dont leur ombre paroît environnée aux rayons immédiats du soleil : mais on peut la déterminer aussi à l'aide d'une lentille , après avoir suspendu l'objet en expérience hors d'une croisée , lorsque le ciel est couvert.

On peut de même la déterminer à l'aide de divers instrumens dioptriques ; toutefois un angiscôpe de grand diamètre & de foyer moyen est préférable à ces instrumens ; car à l'avantage de faire mieux distinguer les limites de la sphère lumineuse des objets d'un certain volume , il joint celui d'embrasser un champ plus étendu , & d'offrir des images comparatives.

Pour distinguer l'atmosphère de lumière dont les objets sont environnés , toujours leur éloignement doit être proportionnel au champ & au foyer du verre (1). *Quels que soient ce champ*

(1) Dans les globes d'un pouce en diamètre , vus à l'aide d'une

& ce foyer, le vrai point visuel est celui où, l'œil étant Exp. 75. sur la ligne de l'axe, l'auréole paroît d'un blanc mat, assez vif pour trancher sur l'air, particulièrement vers les bords; mais alors sa partie qui est dans l'ombre paroît bleuâtre. En augmentant la distance du verre à Exp. 76. l'objet & à l'œil, on distingue au mieux la sphère d'attraction de la lumière; mais l'auréole paroît colorée, & toujours d'une teinte différente relativement à ces distances.

Elle paroît aussi plus étendue; mais l'intervalle qui se trouve entre les corps en expérience a augmenté dans le même rapport: ce qui prouve que ses dimensions n'ont point changé. Si elle paroît moins grande que lorsque l'ombre de l'objet est projetée sur la toile, c'est que cet objet se trouve à une moindre distance du plan qui reçoit les rayons déviés: la force qui les dévie diminue donc proportionnellement.

Cette déviation de la lumière est soumise à des lois si constantes que les mêmes phénomènes, qu'elle offre dans l'ombre des objets, reparoissent dans leur image par l'interposition d'un angiscopes: à cela près que les distances sont

lentille de sept pouces de foyer, éloignée de six pouces de l'œil, ce point est à quatre pieds de l'objet: je prie le Lecteur de se rappeler que les expériences qui suivent sont toutes faites avec la même lentille.

moindres; parce que les rayons qui traversent ce nouveau milieu sont plutôt réfractés au même point.

Exp. 77. Suspendez hors d'une croisée un boulet d'un pouce en diamètre, & regardez-le à quatre pieds de distance, la pupille étant à cinq pouces du centre de la lentille; vous le verrez environné d'un cercle bleu, inscrit dans une auréole semblable à celle qui circonscriroit son ombre, s'il étoit exposé aux rayons immédiats du soleil. Eloignez-vous un peu, & il vous paroîtra comme un point bleu-clair, environné d'une plus grande auréole: éloignez-vous davantage, & il disparaîtra entièrement: continuez à vous éloigner, & l'espace qu'il occupoit vous paroîtra bleuâtre, environné d'un large cercle obscur. Mais pour bien faire, il faut rapprocher de l'œil le verre, à mesure qu'on s'éloigne de l'objet.

Exp. 78. En place de boule, qu'on suspende un disque de deux pouces, percé d'un trou de six lignes, & qu'on le regarde à la distance de deux pieds; si la lentille est à six pouces de l'œil, l'objet paroîtra environné d'une auréole en-dehors & en-dedans. A mesure qu'on s'éloigne, ces auréoles s'étendent; les bords de l'interne se rapprochent peu-à-peu, enfin ils coïncident, & forment un point lumineux très-vif; tandis que le disque paroît se rétrécir par degrés jusqu'à ressembler à un cercle indigo très-étroit, bordé d'une teinte rouge circonscrite par une teinte jaune.

Exp. 79. Dès que le cercle est parvenu à ne plus former en

apparence qu'un filet , si l'on continue à s'éloigner , il s'obscurcira , s'étendra & disparaîtra sous un bleu sale environné de jaune plus sale encore : en même-tems l'auréole interne prend une teinte jaunâtre bordée de rouge ; & toute l'auréole externe devient bleuâtre. A la distance Exp. 80. de sept pieds , si l'on approche de l'œil la lentille ; on verra le trou du disque former un espace jaunâtre fort obscur , bordé de rouge : si l'on s'éloigne jusqu'à huit pieds , cet espace s'obscurcira encore , & paroîtra au Exp. 81. centre d'une auréole assez claire.

Je supprime ici la description des phénomènes qu'offrent des disques découpés en petits quarrés , en étoiles , &c. ils sont semblables à ceux qu'offre l'ombre de ces corps exposés aux rayons du soleil ; à cela près que l'image prend successivement différentes teintes , ainsi que l'auréole.

Enfin l'auréole des corps s'apperçoit à œil nud , lorsqu'ils sont suffisamment rapprochés : comme on s'en assure en plaçant à quelques pouces de la cornée (1) transparente une boule , mieux encore un petit disque de plomb percé d'un trou de deux à trois lignes : mais alors elle paroît très-petite ; parce que l'objet est si près de l'œil que les rayons incidens ,

(1) Pour que les résultats de cette expérience soient bien marqués , il faut avoir le dos tourné au soleil & la face à un carton très-blanc.

fortement attirés par la cornée & les parties voisines , sont peu détournés de leur direction.

L'auréole des corps s'apperçoit aussi à une certaine distance; lorsqu'ils sont opposés à un plan fort éclairé, ou à une surface lumineuse. La lumière y paroît même décomposée , en plaçant l'objet de manière que les rayons glissent obliquement sur sa superficie.

Exp. 82. A six pouces de l'œil & à quelques pieds d'un grand jet de flamme blanche , interposez une clef, un étui, un crayon; leurs bords vous paroîtront transparens & d'un rouge vif.

Exp. 83. Lorsque le ciel est couvert d'un léger brouillard , entourez une croisée , & fermez-en les volets , en sorte qu'il n'y ait entr'eux que trois lignes d'intervalle ; fixez ensuite le ciel au travers de cette ouverture , ou plutôt fixez cet espace intermédiaire ; si vous en êtes à quinze pieds de distance , vous le verrez coupé dans sa longueur par une raie rouge plus ou moins vive , & il paroîtra circonscrit de bleu.

Exp. 84. Les volets étant assez entr'ouverts pour que la raie rouge disparoisse , reprenez votre place , interposez ensuite verticalement le doigt à six pouces de l'œil , & portez-le peu-à-peu vers l'un des bords ; lorsqu'il se trouvera presque sur la même ligne , vous le verrez immédiatement bordé d'une raie rouge contiguë à une raie jaune plus large.

Exp. 85. Faites mieux. Dans une chambre où la lumière n'entre

n'entre que par une ouverture de trois pouces en quarré ; opposez contre le ciel un carton découpé en bandes fort étroites espacées de deux lignes chacune ; si vous le regardez à quinze pieds de distance , les espaces intermédiaires paroîtront non-seulement aggrandis , mais coupés dans leur longueur par une raie rouge ; tandis que les bandes seront d'une teinte bleue.

A ce carton substituez-en un autre , percé de plusieurs trous de deux lignes en diamètre ; à la même distance , ces trous paroîtront autant d'étoiles bordées de bleu , au centre desquelles brillera un point rouge. Exp. 86.

On sent bien que la distance où ces phénomènes sont le plus sensibles varie avec la vûe du spectateur ; & même ils ne paroissent jamais bien nets qu'à des yeux exercés : mais pour chercher le point précis , il faut n'avoir qu'un œil ouvert.

De quelque côté qu'on regarde un corps isolé suspendu ; si sa forme change , celle de l'auréole dont il est environné y correspondra toujours : il suit delà que de quelque côté que vienne la lumière , ses rayons sont toujours déviés , suivant les mêmes loix : de cette multitude de rayons qui se croisent en tout sens , on n'apperçoit néanmoins jamais que ceux qui se trouvent dans la direction de l'axe visuel.

Mais pourquoi ne voit-on pas toujours les.

objets environnés de leur auréole ? C'est qu'indépendemment de ce qu'ils ne coupent pas toujours sur un fond vivement éclairé, le foyer des rayons qui la forment n'est pas le même que celui des rayons réfléchis de dessus leur surface. Par cette raison aussi nous ne voyons pas les objets couverts d'un mélange de couleurs ; malgré que la lumière qui forme leur auréole soit décomposée à leur circonférence : car les rayons hétérogènes , n'étant pas également déviables , ne sauroient former foyer commun , ni devenir visibles à la fois. Tel est l'art admirable avec lequel la nature a construit l'organe de la vûe , qu'en donnant à ces rayons différens foyers , ils peuvent rarement faire confusion.

De la Figure de la Sphère d'Attraction de la Lumière.

L'auréole suit constamment les contours de la circonférence des corps qu'elle environne ; & comme la lumière se décompose toujours dans cette sphère d'attraction , il est clair qu'elle doit s'y décomposer par couches parallèles.

Exp. 87. Après avoir suspendu contre le ciel couvert un petit disque d'ivoire , découpé en cercles concentriques fort étroits , espacés d'une ligne chacun ; placez à treize pouces de distance une lentille de six pouces de foyer :

l'œil étant sur la ligne de l'axe du verre , regardez le disque ; chaque cercle sera bleu , & chaque espace intermédiaire sera orangé. Si vous faites attention à la teinte bleue , elle vous paroîtra divisée en une multitude de cercles blancs & azur , extrêmement étroits & placés alternativement.

Remplacez ce disque par un autre découpé en petites Exp. 88. bandes droites également espacées , & regardez-le de la même manière ; les phénomènes seront semblables , à cela près que les bandes orangées comme les bleues se retrouveront divisées en petits filets de leur couleur , séparés par de petits filets blancs.

Des Couleurs primitives.

Elles se bornent au jaune , au rouge , & au bleu ; car quelque corps isolé qu'on expose aux rayons de lumière , lorsqu'ils paroissent se décomposer , toujours on parvient à n'avoir que ces trois couleurs différentes , soit dans la chambre obscure , soit en plein air , soit à la clarté du soleil , soit à celle d'une bougie.

Cela paroît clairement , lorsqu'on place d'un côté Exp. 89. de l'axe du cône lumineux une lame fort étroite , quelles qu'en soient la forme & la substance : mais afin que les rayons décomposés à sa circonférence ne se trouvent pas trop éparpillés , il faut les faire passer par un verre convexe ; & crainte qu'ils n'enjambent les uns sur les autres ,

il ne faut donner au verre qu'un certain degré d'obliquité : or , une fois bien séparés , ils ne subissent plus

Exp. 90. aucune décomposition. Cela paroît clairement aussi , lorsqu'on fixe au travers d'une lentille cette petite lame ,

Exp. 91. après l'avoir opposée au ciel couvert. Cela paroît clairement encore , lorsqu'on en reçoit l'ombre sur un carton blanc , après avoir interposé la lentille (1).

Ne nous bornons pourtant pas à ces preuves , quelques fortes qu'elles soient ; faisons voir que le prisme même ne donne que trois couleurs inaltérables , & décomposons toutes les autres.

On regarde les sept couleurs du spectre comme vraiment primitives , » parce qu'on n'a pu encore les décomposer par quelque art que ce soit « : mais les vains efforts de ceux qui jusqu'à présent ont tenté l'entreprise , tiennent uniquement aux mauvaises méthodes dont ils ont essayé.

Lorsque le spectre est stationnaire (comme on dit) , en faire disparaître une seule couleur , sans intercepter aucun des rayons qui le composent , seroit assurément démontrer qu'il n'est pas indécomposable : mais la démonstration sera plus complète , si , sans toucher au prisme & sans intercepter aucun rayon , la compo-

(1) En exposant cette lame aux rayons solaires , il faut avoir soin qu'elle ne soit pas opposée au centre du verre.

tion ou la décomposition du spectre se fait par degrés toujours croissans ou décroissans. Tel est l'avantage des méthodes que nous allons employer : dans toutes , on voit qu'il n'est formé que de trois espèces de rayons hétérogènes ; & on suit à l'œil (pour ainsi dire) la combinaison de ces principes constituans.

Si sous un angle convenable , on reçoit au milieu de Exp. 92.
l'une des faces de l'angle réfringent le faisceau destiné
aux expériences prismatiques , l'ombre des bords du trou
projetée sur un carton à quelques pouces de distance
paraîtra environnée de divers croissans colorés. Qu'on
éloigne par degrés le carton jusqu'à 15 ou 18 pieds ; Exp. 93.
bientôt on verra se former la prétendue image du soleil ,
par la divergence & l'anticipation des rayons de ces
croissans.

Lors qu'à cinq pieds de distance , on regarde au tra- Exp. 94.
vers d'un prisme le trou qui donne passage au faisceau ;
on a une image parfaite du spectre : mais on l'a pareil-
lement , lorsqu'à la même distance on regarde de la sorte Exp. 95.
un trou de plusieurs lignes en diamètre , percé au milieu
d'un carton opposé au ciel couvert. Or , dès qu'on s'ap-
proche du trou , on voit le spectre se raccourcir peu-à-
peu ; ensuite la bande verte s'affoiblit & se rétrécit ,
tandis que la jaune s'arrondit & s'étend ; puis la bande
verte disparoît tout-à-fait. Déjà la bleue est contiguë à
la jaune , bientôt la rouge & la jaune ne forment plus
qu'un orbe en deux croissans adossés & séparés par une

petite raie orangée. La raie jaune s'éclaircit à son tour ; elle tranche sur la rouge & la bleue ; la bleue devient plus vive , & la jaune s'affoiblit encore. Peu-après elles sont séparées par un petit espace non coloré : cet espace s'étend , se dilate , s'arrondit ; les croissans jaune & rouge diminuent , la teinte bleue s'affoiblit , la violette disparaît ; enfin l'espace non-coloré est presque orbiculaire. Alors on voit distinctement le bord supérieur du trou environné d'un croissant rouge contigu à un jaune ; & le bord inférieur , d'un croissant indigo contigu à un bleu. Ces couleurs des extrêmes du spectre sont constantes ; & elles sont très-vives , très-brillantes , très-pures ; au lieu que les teintes qui résultoient de leur mélange n'étoient point décidées.

Exp. 96. Lorsqu'à trois pieds du prisme , on reçoit au milieu d'une lentille de six pouces de foyer le faisceau des rayons solaires , on a le spectre renversé : mais en rapprochant peu à-peu la lentille jusqu'à la distance de dix pouces (1) , on le voit diminuer en longueur & se décomposer , comme dans l'expérience qui précède.

Exp. 97. Enfin on le voit se décomposer de même , lorsqu'on le regarde à certaine distance au travers d'un prisme qu'on fait tourner sur son axe (2).

(1) Passé ce point , il se recompose de nouveau dans le même ordre qu'il a , lorsque la lentille n'est pas interposée.

(2) Voilà plusieurs manières bien simples de décomposer le spectre : mais comment ont-elles échappé à tant d'Observateurs

On objectera peut-être que la lumière décomposée sur les bords du trou n'entre pour rien dans la formation du spectre ; puisqu'il ne se forme pas moins lorsque l'ouverture est assez grande pour que *Exp. 98.* l'ombre de ses bords ne porte pas sur la première surface de l'angle réfrigent. — Mieux que cela : il ne se forme pas moins , lors même que cette ouverture est assez grande *Exp. 99.* pour que le prisme entier soit exposé aux rayons solaires ; & qui plus est , lorsque le prisme est en-dehors du volet de la chambre obscure. Mais alors la lumière *Exp. 100.* est décomposée sur les bords des faces de l'angle présenté au soleil ; comme je l'ai observé plus haut. Pour s'en convaincre , il suffit d'approcher par degrés le carton où est projeté le spectre. A mesure qu'il s'avancera vers le prisme , on le verra diminuer en longueur & augmenter en largeur ; bientôt les croissans colorés perdront peu-à-peu de leur courbure. A la distance de huit pieds , déjà ils ne seront plus que de longues bandes parallèles , dont les teintes n'auront point encore changé d'ordre. Mais en continuant d'approcher , ces bandes se rétrécissent insensiblement ; la verte , l'orangée , la violette disparaissent ensuite ; puis la rouge & la jaune sont séparées de la bleue & de l'indigo par un espace de lumière non-décomposée. Ces raies continuent

attentifs , à tant de Scrutateurs de la Nature ? Le croiroit-on , il est peu de Physiciens qui n'aient été plusieurs fois sur la voie de cette découverte , sans s'en être douté.

à se rétrécir : enfin lorsque le carton est à quelques pouces du prisme , l'image n'est plus formée que d'un filet bleu contigu à un indigo , produits par le bord supérieur de la première surface réfringente ; & d'un filet jaune contigu à un rouge , produit par le bord inférieur de la même surface : comme on s'en assure en y portant le bout d'un poinçon.

S'il est démontré que les couleurs du spectre sont produites , ou par les rayons décomposés sur les bords du prisme lorsqu'il est entièrement exposé au soleil , ou par les rayons décomposés aux bords du trou fait au volet de croisée lorsqu'on reçoit au milieu de la première surface réfringente le faisceau introduit dans la chambre obscure ; il n'est pas moins démontré que toutes les teintes qu'on y remarque sont produites ; dans le dernier cas , par la dilatation de trois croissans différemment colorés qui bordent l'ombre du trou ; dans le premier cas , par la dilatation de trois bandes différemment colorées qui bordent l'ombre du prisme.

J'ai dit , que le spectre n'est formé que de trois espèces de rayons hétérogènes : en voici des preuves incontestables : mais ne quittons

Exp. 101. *point notre expérience. Lorsque ces bandes projetées sur un carton se trouvent séparées par un grand champ de lumière pure ; si vous présentez alternativement à l'un des bords de la première surface réfringente*

une petite lame métallique , la partie visible de son ombre paroîtra couverte des mêmes bandes colorées dont le champ est bordé. Si vous avancez cette lame de manière que l'ombre entière s'apperçoive ; vous la verrez couverte de trois bandes colorées semblables , mais rangées en ordre inverse : d'un côté , la bleue avance le plus dans le champ de lumière ; de l'autre côté , c'est la jaune ; & toujours la rouge est intermédiaire. A cette lame si vous substituez un petit disque percé d'un trou , Exp. 102. les raies colorées auront la forme de croissans ; mais les phénomènes seront identiques. Le spectre n'est donc formé que d'une partie des rayons décomposés sur deux bords correspondans du trou qui donne passage au faisceau solaire : ainsi les teintes indigo & violette sont produites par le mélange des rayons du croissant bleu & du croissant rouge contigu , mais qui se trouve caché dans l'ombre ; l'orangée , par le mélange des rayons des croissans rouge & jaune contigus ; tandis que la verte résulte du mélange des rayons qui forment les croissans opposés bleu & jaune.

On a vu qu'un trou fait au milieu d'un carton regardé au travers du prisme , donne une image semblable au spectre. Or , dans les expériences de Newton , presque tout se réduit à faire voir sur la toile une suite de couleurs qu'on voit encore mieux , en regardant de la sorte un corps qui fait solution de continuité

ou deux corps continus parallèles. Ayons donc recours à cette méthode , comme à la meilleure de se servir du prisme. Mais nous commencerons par des corps continus ; puis nous en viendrons aux corps qui font solution de continuité.

Exp. 103. Lors donc qu'à trois pieds de distance , on regarde au travers du prisme un objet isolé , tel qu'un cylindre de bois (long de six pouces sur quinze lignes en diamètre) suspendu horizontalement au-dessus du niveau de l'œil (1) ; on le voit couvert d'une teinte indigo, bordée d'un côté, d'une bande bleue ; de l'autre, d'une bande rouge contiguë à une orangée , terminée par une jaune.

(1) Il ne faut point regarder l'objet en expérience du côté où tombe la lumière , parce que tout objet qui l'ébranle ou qui la réfléchit envoie des rayons en tout sens ; ce qui empêche qu'on ne juge du degré de déviabilité des hétérogènes qui ont la même direction : d'ailleurs les rayons décomposés à la circonférence , se mêlant aux rayons réfléchis de dessus la surface , produisent toujours de la confusion. Ce seroit pis encore , si l'on oppoisoit derrière un carton de couleur , car sa teinte se mêleroit aussi à ces rayons décomposés , & il en résulteroit d'autres couleurs mixtes. La meilleure méthode est donc de l'opposer à un ciel couvert , puisqu'elle pare à ces inconvéniens : car quelle que soit la nature des corps opaques en expérience ; comme ils sont toujours vus dans l'ombre , leur coloris n'est compté pour rien ; & comme ils attirent & décomposent toujours les rayons qui se trouvent dans leur sphère d'activité , il est facile de distinguer ceux qui s'y dévient le plus.

Lorsqu'on fait tourner d'un côté le prisme sur son axe , Exp. 104. ces bandes s'élargissent , sans changer de teinte : lorsqu'on le fait tourner du côté opposé , ces bandes se rétrécissent , la bleue se rapproche de la rouge , l'indigo disparaît entièrement par degrés , de même que l'orangée ; puis la rouge change de teinte ; enfin on ne distingue plus qu'une large bande rouge au milieu d'une bleue & d'une jaune. A la distance de douze à quinze pieds , Exp. 105. les trois bandes colorées augmentent en largeur & diminuent en longueur ; mais elles sont toujours très-bien séparées : alors on a beau tourner le prisme sur son axe , elles ne changent point de teinte , & ne se mêlent plus. A mesure qu'on s'éloigne ces bandes continuent à diminuer en Exp. 106. longueur & à augmenter en largeur ; & leurs couleurs , toujours bien séparées (1) , ne font que s'affoiblir.

Au cylindre en expérience substituez des boules de cire , Exp. 107. d'ébène , de plomb , d'un pouce ou deux en diamètre chacune , les phénomènes seront les mêmes ; à cela près que les teintes dont elles sont environnées auront la forme de croissans : mais celle d'indigo sera à-peu-près elliptique. Remplacez ces boules par une d'ivoire ; & la teinte Exp. 108. intermédiaire sera violette au lieu d'être indigo.

Si l'on fait attention à la forme de cette teinte , & à la position des croissans ; on s'appercvra qu'ils sont formés par trois orbes colorés , pla-

(1) La séparation de la bleue & de la rouge est cependant plus marquée que celle de la rouge & de la jaune.

- cés sur même ligne à la suite l'un de l'autre , & coupés par leurs diamètres lorsque l'axe du
- Exp. 109.* prisme est moyennement incliné. Ce qui paroît hors de doute , dès qu'à vingt pouces de distance on regarde une boule de plâtre du côté éclairé , après avoir placé
- Exp. 110.* derrière un carton blanc. A mesure qu'on fait tourner le prisme sur son axe , c'est-à-dire , à mesure qu'on incline plus ou moins aux rayons décomposés la première surface réfringente , ces orbes s'allongent ou se raccourcissent. Dans le premier cas , la teinte violette ou indigo formée par l'intersection des orbes bleu & rouge s'étend considérablement : dans le dernier cas , les teintes mixtes disparaissent , & l'image est formée de trois disques égaux posés l'un sur l'autre , & tous plus clairs en couleur.
- Exp. 111.* Au lieu de tourner le prisme sur son axe , qu'on s'éloigne ; on verra ces orbes se dégager peu-à-peu sans changer d'ordre. A la distance de deux toises , ils seront totalement séparés ; à une plus grande distance , l'intervalle qui les sépare augmentera. Alors quelque inclinaison qu'aient les surfaces réfringentes , ces orbes (1) s'allongeront ou se raccourciront ; mais ils ne se mêleront point. Voilà donc les couleurs que donne le prisme pareillement réduites à trois.

Les vraies couleurs primitives sont celles qui

(1) L'orbe rouge est un peu déformé par la trop grande divergence des rayons de cette couleur : l'orbe jaune l'est davantage encore.

résultent de la décomposition de la lumière à la circonférence des corps , lorsque les rayons hétérogènes sont bien séparés par un prisme ou une lentille ; car quoiqu'elles augmentent ou diminuent en intensité , à mesure qu'ils sont en plus ou moins grand nombre , jamais elles ne changent de teinte. Or , le bleu est *bluet* ; le rouge , *carmin* ; le jaune , *jonquille*.

L'union de ces trois couleurs forme la vive clarté ; leur absence totale forme l'obscurité parfaite ; leur absence partielle forme les dégradations d'ombre ; & leur combinaison forme avec la présence ou l'absence de la lumière non-décomposée , les différentes teintes connues. Que d'expériences à l'appui de cette vérité ! mais en voici quelques-unes également simples & décisives.

Pour faire voir le mélange des couleurs , on a toujours recours à des moyens mécaniques , toujours on se sert de morceaux de drap ou de carton colorés ; ne nous servons que des couleurs primitives mêmes. Dans l'arrangement que prennent à la surface des corps les rayons hétérogènes ; comme le rouge est toujours contigu au bleu & au jaune , dès qu'il se mêle à l'un ou à l'autre , il en résulte des couleurs mixtes qui varient avec les proportions des rayons intégrans.

Lorsque le rouge se mêle au bleu ; s'il entre en plus petite quantité, la teinte mixte est indigo ; elle est violette , s'il entre en plus grande quantité. Lorsqu'il se mêle au jaune ; s'il entre en plus grande quantité , la teinte mixte est couleur de sang ; elle est orangée , s'il entre en plus petite quantité. *Cela s'observe à merveille dans un cylindre d'un pouce en diamètre vu au travers du prisme ; lorsqu'on se rapproche de l'objet , après s'en être mis à quinze pieds de distance.*

Le jaune & le bleu, étant aux extrêmes de l'image d'un corps isolé (1), ne sauroient se mêler : aussi, à quelque distance qu'on le regarde, ne voit-on jamais de verd , lors même que l'image se trouve le plus raccourcie par l'inclinaison des surfaces réfringentes : mais il paroît à l'instant que la raie bleue qui environne un corps se confond avec la raie jaune qui environne un autre corps placé parallèlement.

Exp. 112. Cela s'observe à merveille aussi ; quand on substitue à un cylindre ou à une boule un anneau ou un quadrilatère : car ce n'est qu'aux angles des bandes & aux points d'intersection des croissans , que les couleurs simples se mêlent & produisent des couleurs mixtes.

D'après notre méthode de décomposer la

(1) Il faut que le corps soit isolé ; autrement la teinte du fond se mêle aux rayons décomposés, & change leur couleur.

lumière dans la chambre obscure , les couleurs primitives sont toujours pures , lorsque le corps en expérience est extrêmement étroit : mais dès qu'il a certaine largeur ; les rayons des différentes couches de l'auréole étant plus ou moins déviés , ne sont pas tous séparés sur la toile. Or , comme le rouge est contigu au bleu & au jaune , la bande qu'il forme se trouve en partie dans l'ombre , & elle altère nécessairement les bords en contact des autres bandes colorées : aussi la bleue & la jaune ne sont-elles pures qu'à leurs bords contigus au champ de lumière ; du côté de l'ombre , elles sont ou orangée ou indigo.

Si les couleurs simples ne sont pas toujours pures , lorsque les rayons se décomposent à la circonférence des corps dans la chambre obscure : ce n'est que là pourtant où elles peuvent avoir tout leur éclat ; parce que la lumière s'y décompose en grande masse , & que l'image produite n'est presque point affoiblie par des reflets : au lieu qu'il ne tombe sur le prisme qu'une petite partie des rayons décomposés à la circonférence des objets ; aussi les couleurs qu'il donne sont-elles toujours foibles.

Quand les corps en expérience sont près du foyer du Exp. 113.
cône lumineux , la lumière se décompose à leur circonférence en plus grande masse encore : alors , si l'on rassem-

ble les rayons décomposés à l'aide d'une lentille , rien
Exp. 114. n'égale la vivacité de leurs couleurs : comparez-les à celles
Exp. 115. du spectre , & ces dernières vous paroîtront ternes ; faites-
les tomber à côté , & elles vous paroîtront lavées (1).

Ce n'est que par notre méthode non plus , qu'on peut rendre visibles les demi-teintes qui résultent du mélange de la lumière non-décomposée & des couleurs primitives. Mêlée en grande quantité aux rayons bleus , elle forme *le bleu-de-ciel* : mêlée en grande quantité aux rayons jaunes , elle forme *le paille* : mêlée en grande quantité aux rayons rouges , elle forme *le rose*. Et plus ces rayons sont rares , plus ces teintes sont claires ; comme on le voit aux bords des bandes colorées qui environnent l'ombre d'un anneau placé au centre du cône lumineux près du foyer ; mieux encore , aux bandes colorées qui bordent l'ombre d'un réseau exposé dans ce cône à quelques pieds de la

(1) Le spectre , comme on l'a vu , est formé par la divergence des rayons qui composent les croissans colorés , qu'on observe aux bords de l'ombre du trou destiné à donner passage aux rayons solaires. Ces croissans sont séparés par un champ de lumière non décomposée. En se réfractant dans le prisme , cette lumière se mêle aux rayons hétérogènes , & rend leurs couleurs lavées , foibles , ternes. Au lieu que par notre méthode de décomposer la lumière dans la chambre obscure , les rayons colorés ne se mêlent à la lumière non décomposée qu'aux bords de l'auréole.

toile. Or à cette distance les rayons sont fort divergens, conséquemment fort rares.

Passons à des preuves d'un autre genre.

En démontrant que les couleurs brillantes, qui bordent le champ lumineux, (lorsque les rayons sont réfléchis dans la chambre obscure sous un angle de 80 degrés) viennent de la décomposition de la lumière par les corps opaques qui sont l'armure du miroir & de l'objectif; j'ai fait voir que tout corps opaque appliqué sur le miroir d'acier présente les mêmes phénomènes: on peut donc aussi faire usage de cette méthode.

Si les corps dont on se sert pour décomposer la lumière ont des surfaces planes & lisses, jamais ils ne donneront que les trois couleurs primitives, bleu, rouge, jaune. Ainsi, *lorsqu'on approche deux petites lames métalliques plaquées sur le* Exp. 116. *miroir, jusqu'à ce que les bandes colorées coïncident; de leur mélange résulteront plusieurs couleurs mixtes. Si ces lames ne sont ni bien dressées, ni bien polies; ces* Exp. 117. *couleurs s'entrecouperont: car de la simple inégalité de surface des bords supérieurs du cadre du miroir réflexif, vient le bariolage qu'on observe dans la petite bande nuancée, au bas du champ lumineux.*

Or, à voir la multitude des teintes différentes

E

qui résultent du mélange de trois couleurs simples, qui ne seroit ravi d'admiration!

*De la proportion des Rayons Hétérogènes
d'un Rayon composé.*

Exp. 118. Après avoir placé au milieu du cône lumineux, & à quelques pouces du foyer, un petit disque découpé en plusieurs cercles concentriques très-étroits; si on interpose une lentille à une distance convenable, l'ombre de chaque cercle paroîtra couverte de trois bandes colorées, d'égale étendue & d'égale intensité.

Exp. 119. Après avoir suspendu ce disque contre un Ciel couvert, si on le regarde au travers d'une lentille, les mêmes phénomènes auront lieu.

Pour composer la lumière, les rayons hétérogènes se combinent donc en mêmes proportions.

De la Réfrangibilité des Rayons Hétérogènes.

ELLE a toujours été confondue avec leur déviabilité : cela est incontestable, puisque ceux qui tombent sur le prisme sont déjà déviés aux bords du trou qui leur donne passage;

or , s'ils paroissent ensuite se réfracter les uns plus que les autres , c'est parce que leur angle d'incidence n'est pas égal.

Quoique différemment déviabiles , ces rayons ne sont pas différemment réfrangibles. C'est peu d'avoir établi dans cet ouvrage tant d'affertions opposées aux idées reçues ; il faut aussi que j'en établisse qui n'ont l'air que du paradoxe : je ne cours certainement pas après la singularité ; mais ce n'est pas ma faute , si ceux qui ont écrit avant moi sur cette matière ont confondu des objets qu'ils devoient distinguer.

Venons à mes preuves. Elles consistent dans la mesure précise de la distance focale des différens rayons dont la lumière est composée : mais comme il est extrêmement difficile de séparer un faisceau de chaque espèce , assez grand pour couvrir la surface entière d'une lentille ; au lieu de rayons décomposés à la circonférence des corps on doit se borner aux rayons décomposés à leur surface , c'est-à-dire , à des rayons hétérogènes réfléchis. Pour les avoir purs , il ne faut mettre en expérience que des corps dont la teinte soit semblable à la couleur primitive correspondante ; & pour que leur angle d'incidence soit égal , il ne faut mettre en expérience que des corps de même diamètre.

Exp. 120. Lors donc qu'après avoir exposé au soleil ou au grand jour trois bandes égales , peintes sur blanc en couleurs primitives , & rangées perpendiculairement sur une ligne horisontale ; si à quelques pieds de distance on place parallèlement sur la même ligne le côté de la chambre noire où est adapté l'objectif , on trouvera que le point où elles se peignent toutes avec la plus grande netteté possible sur un plan vertical parallèle , est le même pour chacune.

Mais pour que l'expérience soit plus exacte encore , il importe que les rayons ne soient réfléchis que de dessus des plans circulaires , ou des corps sphériques. Or , quand à trois pieds d'une lentille de soixante pouces de foyer , on a placé alternativement des cartons où se trouvent des disques d'égal diamètre , peints en l'une des couleurs primitives chacun ; si on reçoit leurs rayons réfléchis sur un plan parallèle à la lentille & au carton , le point précis où les images auront toute leur netteté sera le même pour chacune.

Exp. 121. Ce point sera aussi le même , si les couleurs sont mixtes ; comme on s'en assure quand on met en expérience des

Exp. 122. disques peints en verd , en violet , en noir , &c. Il sera le même encore , si sur une pointe placée à égale distance , on fixe alternativement des boules d'égal diamètre

Exp. 123. peintes en différentes couleurs. Enfin il sera le même , quel que soit le foyer & le pouvoir réfringent du verre inter-

posé (1) : mais il paroîtra de la dernière précision (2) ; se au lieu d'être plans , le carton où les disques sont peints & celui où leurs images sont projetées forment une surface concave de même sphéricité que la lentille (3) , & se les disques sont rangés à égale distance autour d'un centre Exp. 114. *commun.* Puis donc que les distances focales sont les mêmes, quelle que soit la couleur des corps , les rayons hétérogènes sont également réfrangibles.

Faites avec des (*) instrumens de la dernière précision & avec toute l'exactitude possible, ces expériences donnent constamment les mêmes résultats. Newton toutefois en établit de con-

(1) Ces expériences répétées avec des boules de 36 lignes en diamètre, & des lentilles de dix, vingt, trente pieds de foyer, l'objet étant éloigné du double; il n'a pas été possible d'appercevoir la moindre différence dans la distance focale des rayons hétérogènes, malgré que le ciel fût très-pur. Or c'est ici une nouvelle preuve de la fausseté de la doctrine de l'aberration de réfrangibilité : mais je renvoie cette observation à l'article d'une nouvelle théorie des lunettes acromatiques.

(2) Le point où l'image des boules a toute sa netteté est celui où le point radieux, qui paroît au haut de celle des boules brunies, a toute sa blancheur.

(3) Il est indifférent que les disques soient peints sur une surface plane, pourvu que le côté de la lentille qui leur est opposé soit plan.

(*) On verra dans la description de mon appareil, sur la lumière, celle d'un réfracto-mètre également simple & précis.

traires : je n'ai garde de suspecter la véracité de ce grand homme ; mais je ne puis me dispenser d'observer que la manière dont il s'y est pris , est très-défectueuse.

Le premier défaut de l'unique expérience directe , sur laquelle il s'appuie , est d'être faite avec des teintes obscures sur fond noir ; car elles s'y distinguent mal : d'ailleurs le noir n'est guères apperçu que par des rayons bleus réfléchis , comme on le verra ci-après ; ce qui doit jeter de la confusion dans les images.

Un autre défaut de cette expérience est d'être faite avec des fils noirs pour marque de renseignement : car qui ne sent qu'ils doivent peu s'appercevoir sur fond obscur ? Pour juger de la netteté de l'image de ces bandes colorées par celle d'un fil , du moins eût-il fallu le choisir blanc , si tant est qu'il en eût même fallu aucun.

Un troisième défaut de cette expérience est d'être faite à la simple clarté d'une chandelle , toujours trop foible pour distinguer à la distance de douze pieds des fils noirs sur des teintes obscures.

Un quatrième défaut de cette expérience est que l'image des bandes colorées ne soit pas reçue dans une petite chambre noire , afin

d'éviter une multitude de reflets qui nuisent nécessairement à la netteté des résultats.

L'expérience de Newton est donc manquée.

A en juger par la distance focale des rayons réfléchis , il est constant que l'angle de réfraction des hétérogènes est égal. J'ai démontré cette vérité par une suite d'expériences décisives : au premier coup-d'œil , elle paroît néanmoins se démentir , lorsqu'on regarde au prisme différentes couleurs sur même fond ; mais bornons-nous aux primitives.

Quand à une distance donnée , on regarde de la sorte Exp. 125. trois bandes égales (1) peintes sur papier , & placées horizontalement sur une même ligne , la jaune semble autant au-dessus ou au-dessous de la rouge , que la rouge semble au-dessus ou au-dessous de la bleue.

En répétant cette expérience à différentes distances , ou en faisant tourner le prisme sur son axe , les résultats sont les mêmes : d'où l'on pourroit inférer que les rayons rouges ont une réfrangibilité moyenne. Si de sa première expérience Newton inféra qu'ils sont moins réfrangibles que les bleus , c'est que la lumière décomposée sur les deux longues bandes colorées , & sur les deux noires qui les bordent , donne le change : car lorsque ces bandes sont paral-

(1) De six pouces en longueur sur deux en largeur.

lèles aux côtés du prisme , chacune se trouve couverte de plusieurs raies de couleurs primitives , placées dans le même sens ; ce qui produit une étrange confusion. De ces raies , vûes sur différens fonds , résultent toujours différentes teintes. Dans l'expérience dont il s'agit , les couleurs primitives qui couvrent les bandes noires produisent les teintes les plus fortes. Vûes par l'angle réfringent supérieur , la raie bleue qui termine les bandes noires se joint à la bande peinte en bleu , & la fait paroître plus élevée ; tandis qu'elle forme avec la bande peinte en rouge une teinte violette foncée qui la fait paroître plus basse. Vûes par l'angle réfringent inférieur , les phénomènes sont inverses. S'il restoit le moindre doute sur la cause à laquelle je les attribue : pour le dissiper *il suffi-*

Exp. 126. roit de regarder au prisme de pareilles bandes peintes sur blanc , entre deux parallèles noires prolongées au-delà.

Au reste toutes les expériences de ce genre sont illusoires ; car malgré la difficulté de distinguer au premier coup-d'œil les rayons décomposés sur les bords des bandes peintes, des rayons réfléchis de dessus leurs surfaces ; si on y regarde de près , on reconnoîtra que les derniers sont également réfractés ; puisqu'ils ne paroissent plus élevés ou plus abaissés les uns que les autres ,

qu'au moyen du mélange des premiers. Qu'on examine avec soin les raies colorées que couvrent les Exp. 127. parallèles noires, on verra qu'elles forment des droites dans toute leur étendue ; & que la teinte des bandes de couleur qu'elles bordent change ou se conserve, à mesure qu'elle est différente ou analogue à celle de ces raies.

Qu'on examine ensuite avec soin les raies colorées Exp. 128. qui bordent les bandes peintes sur blanc, & l'on retrouvera les mêmes résultats.

Enfin l'œil appliqué au prisme, qu'on s'approche Exp. 129. peu-à-peu des objets en expérience ; & les résultats seront mieux marqués encore : mais alors les raies colorées & les bandes de couleur, s'arquant peu-à-peu, formeront des segmens de cercle, au lieu de former des droites.

Ainsi quoique le prisme paroisse d'abord invalider nos conséquences, il sert pourtant à les confirmer ; lorsqu'on n'est pas observateur superficiel.

Concluons que les rayons hétérogènes sont tous également réfrangibles : on en verra ci-après le pourquoi.





De la Déviabilité relative des Rayons Hétérogènes.

Newton a bien découvert que les rayons hétérogènes sont différemment déviables (1) : mais ses expériences ne prouvent pas que les rayons homogènes aient tous un même angle de déviation ; puisque les bandes colorées du spectre , au lieu de trancher les unes sur les autres , forment une dégradation insensible de teintes : ce dont notre illustre Auteur convient lui-même. Voici à ce sujet comme il s'exprime. » Au reste il ne s'ensuit pas de ces expériences que toute la lumière du bleu soit plus réfrangible que toute la lumière du rouge : car dans l'une & l'autre lumière , il y a un mélange de rayons différemment réfrangibles ; de sorte que dans le rouge , il se trouve quelques rayons qui ne sont pas moins réfrangibles que ceux du bleu ; & quelques-uns dans le bleu qui ne sont pas moins réfrangibles que ceux du rouge. Mais en comparaison de toute la lumière , ces rayons-là sont en fort petit nombre : à la vérité , ils contribuent à rendre l'expérience

(1) Je le répète , la réfrangibilité des rayons hétérogènes a toujours été confondue avec leur déviabilité.

moins sensible; mais ils ne sont pas capables de la détruire (1) «.

Cette réfraction irrégulière des rayons homogènes que Newton attribuoit à la nature , ne vient que de la manière dont il s'y est pris pour déterminer leur différente réfrangibilité ou plutôt leur déviabilité différente. Qu'on suive avec soin ses raisonnemens (2) , & il paroîtra hors de doute qu'il suppose ce trait de lumière en expérience composé simplement de rayons divergens , qui auroient la même inclinaison mutuelle , — supposition évidemment fautive ; puisqu'un trou de quatre lignes en diamètre donne nécessairement passage à des rayons plus ou moins divergens , & à des rayons plus ou moins convergens. Les rayons solaires qui composent ce trait ont donc presque tous un angle d'incidence différent. Mais cet angle fût-il le même , on n'en feroit guères plus avancé ; car les rayons auxquels le trou donne passage se dévient toujours plus ou moins vers ses bords , à l'exception de ceux au centre du faisceau , qui à-peu-près également attirés de tous côtés changent à peine de direction.

Ces rayons transmis ne se replient pas sim-

(1) Optique , part. I , L. I. Schol. de la 2^e. Exp.

(2) Voyez sur-tout l'explication de la 3^e. Exp. Opt. L. I.

plement sur les bords du trou ; ils s'y décomposent : ainsi les homogènes qui tombent sur la première surface réfringente du prisme n'ont pas le même angle d'incidence ; comment auroient-ils le même angle de réfraction ? Il est vrai que cette surface, les attirant avec force lorsqu'elle se trouve à peu de distance du trou fait au volet , diminue jusqu'à certain point leur déviation (1) ; mais elle ne la détruit pas entièrement , & elle ne change point leur inclinaison respective à leur entrée dans la chambre obscure. Il est vrai encore que , parmi ces différens rayons , ceux dont l'angle d'incidence a plus de 45 degrés sont réfléchis ; mais les autres passent presque tous.

Enfin si l'on fait attention à la position donnée au prisme pour que la prétendue image colorée du soleil soit stationnaire , comme on dit ; on verra que la première surface réfringente forme avec le volet un angle de trente à trente-cinq degrés , lorsque le prisme est presque équilatéral , sur-tout lorsque l'image colorée est projetée fort haut.

(1) Comme l'énergie de la force attractive se déploie toujours en raison inverse du quarré de la distance , leur attraction aux bords du trou est peu contrebalancée par leur attraction à la surface du prisme.

Il suit de ce qui précède , que loin d'avoir le même angle d'incidence , les rayons homogènes en ont un fort différent : leur angle de réfraction ne fauroit donc être égal : & de cette inégalité vient en partie l'étrange confusion de teintes qu'on remarque dans le spectre.

On fait combien , jusqu'à présent , les phénomènes de la décomposition de la lumière ont paru multipliés ; ceux de sa prétendue diffraction sur-tout sont si compliqués , que dans l'optique de Newton même leur simple description remplit deux livres entiers : encore a-t-il laissé (1) la tâche imparfaite. Cependant qu'ils sont simples , clairs , brillans ! Et quand on pense que la connoissance d'un seul fait manquoit à ce profond Physicien , on regrette qu'un aussi beau génie ait perdu tant de tems à de si vaines recherches. Mais pour acquérir la connoissance de ce fait , il falloit ma méthode d'observer , ou plutôt de décomposer la lumière dans la chambre obscure. Or , il conște par cette méthode que l'ombre d'un corps isolé est environnée de bandes colorées qui tranchent l'une sur l'autre , toujours d'autant plus que ce corps est plus lisse ; pourvu toutefois que l'inclinaison de la lentille interposée pour rassembler sur la toile

(1) Voyez la fin du Livre III de la 4^e partie de l'Optique.

les rayons trop divergens, n'aille pas jusqu'à confondre ceux qui sont décomposés aux deux côtés: mais cet inconvénient est facile à prévenir, si on a soin de ne mettre en expérience que des corps qui aient un peu de largeur. Ainsi chaque espèce de rayons hétérogènes a un angle de réfraction ou plutôt de déviation différent de celui des deux autres.

Tâchons de déterminer leur déviabilité respective.

Exp. 130. Au centre du cône lumineux & à six pouces du foyer, si vous placez un cylindre métallique, d'un pouce en longueur sur trois lignes en diamètre; vous verrez son ombre bordée, de part & d'autre, d'une bande obscure de teinte indécise. Si vous faites passer ce cylindre à droite de l'axe, vous verrez l'ombre bordée; d'un côté, d'une large bande bleue; de l'autre, d'une bande rouge contiguë à une jaune. Si vous faites passer ce cylindre à gauche, le même phénomène aura lieu; à cela près que les bandes rouge & jaune prendront la place de la bande bleue; & que la bande bleue prendra la place des bandes rouge & jaune. Dans quelque partie du cône lumineux que vous présentiez ce cylindre; à mesure que vous le passerez d'un côté ou de l'autre de l'axe, vous verrez ces bandes colorées changer de place alternativement.

Exp. 131. Quand on substitue à ce cylindre une petite croix potencée de six lignes en diagonale, & qu'on l'expose

aux rayons solaires , de manière que le centre corresponde à l'axe du cône lumineux , l'ombre de chaque croison est environnée ; en-dedans , d'une bande rouge contiguë à une jaune ; en-dehors , d'une bande bleue.

Lorsqu'on remplace cette croix par un disque de carte Exp. 132. percé d'un trou , au centre & à chaque extrémité des rayons de quelques cercles concentriques , dont les diamètres se coupent à angles de 45 degrés ; si l'axe du cône passe par le centre du disque , on verra dans l'ombre projetée sur la toile le trou central former un espace fort peu éclairé au milieu , beaucoup moins encore vers les bords : mais chacun des autres trous formera au milieu un champ de lumière assez vive , bordé d'un croissant bleu vers le centre du disque ; & vers la circonférence d'un croissant jaune contigu à un rouge.

Quoique ternes , ces couleurs le sont beaucoup moins toutefois à mesure que l'objet est exposé à des rayons plus divergens : mais elles deviennent brillantes à mesure que l'objet est rapproché du sommet du cône lumineux.

Lorsqu'au moyen d'une lentille , on rassemble les Exp. 133. rayons décomposés ; non-seulement les bandes colorées deviennent éclatantes , comme nous l'avons dit plus haut ; elles changent encore de position sans changer d'ordre. Or tous ces phénomènes sont d'une régularité qui ne se dément jamais.

D'où vient l'ordre constant avec lequel ces bandes colorées se succèdent , à mesure que le

corps opaque qui décompose la lumière est en-deçà ou en-delà du centre du cône lumineux ? De ce que les rayons hétérogènes ne sont pas également déviés , car leur angle d'incidence est le même , puisqu'ils ne sont pas désunis au milieu du champ de lumière : or les rayons homogènes ne s'apperçoivent qu'autant qu'ils sont séparés des autres , & réunis sur un plan.

Toute ombre est produite par des rayons incidents interceptés. Comme ceux qui se trouvent dans la sphère d'attraction d'un corps se dévient plus ou moins , ils doivent se trouver plus ou moins cachés dans son ombre : & comme ceux des côtés opposés se dévient en sens contraires , ils convergent , & continuent à converger jusqu'à ce que parvenus à leur point d'intersection ils deviennent enfin divergens. Ainsi avant d'arriver à ce point , les rayons les plus déviables occupent le centre de l'ombre ; tandis que les autres s'en approchent chacun à raison de leur déviabilité : que si la sphère d'attraction de ce corps est trop étendue , pour que les rayons déviés soient tous cachés dans l'ombre , ils la bordent en partie nécessairement.

Ces notions élémentaires établies ; voyons dans quel ordre les rayons décomposés aux
surfaces

surfaces latérales de notre petit cylindre viennent à paroître.

Lorsque le corps en expérience est à quatre pieds de la toile, si le microscope solaire est armé d'un objectif de sept à huit pouces de foyer ; la bande lumineuse, dont l'ombre est bordée de part & d'autre, paroît terminée par une petite raie paille : mais lorsqu'il est armé d'un objectif de deux pouces de foyer, si le corps en expérience est à sept pieds de la toile & au centre du cône lumineux, il paroît de part & d'autre immédiatement bordé d'une teinte indigo obscure, & de deux bandes colorées séparées par une bande de lumière pure. Ces bandes colorées qu'on doit regarder comme les dernières couches de l'auréole, sont composées chacune de trois petites raies ; d'une bleue externe, d'une jaune interne, & d'une rouge intermédiaire.

A un corps continu, si vous substituez un disque d'un pouce en diamètre, percé d'un trou de six lignes ; les rayons, qui composent les bandes colorées dont il est bordé en-dedans & en-dehors, seront exactement placés dans le même ordre.

Dans chaque couche de l'auréole, les jaunes sont donc plus déviés que les rouges & plus encore que les bleus ; car l'ombre du corps n'étant point renversée, les rayons qui la bordent ne se sont point croisés.

Mais bornons ici notre examen à ceux qui se trouvent plus fortement repliés sur le corps qui

les attire : puisque les phénomènes qu'ils présentent dans certains cas ont quelque chose de particulier.

De part & d'autre de l'axe du cône, les rayons vont en divergeant d'une manière uniforme. Plus ils divergent, moins ils cèdent à la force qui tend à les détourner (1). Décomposés dans la sphère d'attraction du cylindre, ils doivent donc être moins déviés que s'ils étoient parallèles avant leur incidence, & moins encore que s'ils étoient convergens : ainsi les moins déviables doivent conserver le plus de divergence. Quand on examine ceux qui bordent immédiatement l'ombre du petit cylindre, on les trouve d'une teinte sale & indécise; sans doute parce qu'ils sont en partie dans l'obscurité. Mais des rayons divergens s'écartent d'autant plus les uns des autres, qu'ils vont en s'éloignant de l'axe de leur faisceau; alors la force attractive du corps en expérience les dévie moins, & ils sont moins cachés dans l'ombre.

Exp. 136. Aussi, à mesure qu'on éloigne un peu de l'axe du cône un des côtés du cylindre, la couleur des rayons décomposés paroît-elle beaucoup plus nette : or les premiers qui paroissent de part & d'autre sont les bleus.

Exp. 137. Que si on veut les faire paroître à la fois distincte-

(1) Voy. à ce sujet l'art. de la sphère d'attraction de la lumière.

ment aux deux côtés du cylindre , il suffira de l'approcher du sommet du cône (1) ; car la teinte sale & indécise , qu'ils ont à la distance où il en est , vient aussi en partie de ce qu'ils sont assez rares sur la toile : or plus un corps est près du foyer , plus la lumière se décompose en grande masse à sa superficie. Puisque les rayons bleus sont les moins déviés , ils sont donc les moins déviés.

En rapprochant peu-à-peu de l'axe une des surfaces latérales du cylindre remis au centre du cône & à six pouces du foyer ; dès que les rayons bleus ont disparu , la teinte dont son ombre est bordée paroît s'éclaircir : mais ce n'est qu'après l'avoir un peu passé que commencent à paroître les jaunes. D'abord leur couleur est sale & indécise , puis elle devient nette & décidée à mesure que le cylindre avance ; enfin on voit paroître les rouges , dont la couleur devient pareillement nette & décidée , tant que le cylindre continue à s'éloigner de l'axe : du côté opposé , l'ombre est toujours bordée d'une teinte bleue assez vive.

Dans quelque partie du cône qu'on vienne à placer l'objet , l'ombre paroît constamment dans la partie correspondante du champ de lumière , & l'ordre des bandes colorées qui l'environnent est invariable ; toujours la bleue

(1) Jusqu'à la distance de vingt lignes.

se trouve vers la circonférence , la jaune vers le centre , la rouge au milieu : cependant jamais elles ne paroissent à la fois que le corps en expérience ne soit tout entier d'un côté du cône.

Des rayons décomposés de part & d'autre , les homogènes qui correspondent étant déviés en sens contraires ne sauroient tomber sur un même plan. Par leur nouvelle direction , il est évident que ceux qui sont repliés sur la face latérale interne (1) du cylindre ne tombent point dans le champ de lumière , tant que ce corps est d'un côté de l'axe du cône lumineux : car leur divergence a considérablement augmenté. Cela se voit en comparant la distance du cylindre à l'axe du cône , avec la distance de l'ombre au centre du champ. Cela se voit sur-tout à la manière dont les rayons hétérogènes viennent à paroître & à disparoître , lorsque le cylindre est ramené près de l'axe ; car de ce côté l'ombre cesse bientôt d'être colorée ; tandis que de l'autre côté , elle prend une teinte bleue , dès qu'on le fait passer à la même distance de l'axe.

Ces trois bandes , dont l'ombre se trouvoit environnée , étoient donc produites par les rayons décomposés à la face latérale externe

(1) J'appelle ainsi le côté qui se trouve près de l'axe du cône.

du cylindre : d'où il suit que les jaunes sont plus déviés que les rouges , & plus encore que les bleus. Puisqu'ils sont plus déviés , ils sont nécessairement plus déviables. Un coup-d'œil suffit d'ailleurs pour décider le fait. *Lorsque les trois bandes colorées sont bien apparentes , faites passer Exp. 139 très-lentement le cylindre de l'autre côté de l'axe , vous verrez la rouge se perdre peu-à-peu dans l'ombre , & la jaune diminuer ; puis la jaune à son tour se perdra entièrement dans l'ombre ; enfin une raie bleue prendra place & restera seule visible.*

S'il restoit là-dessus quelques doutes , voici de nouvelles preuves. *A deux pouces du foyer & Exp. 140. d'un côté de l'axe du cône , placez une lame métallique fort étroite ; vous verrez son ombre entièrement couverte par trois raies colorées , une bleue vers la circonférence du champ de lumière , une jaune vers le centre , une rouge au milieu. Remplacez cette lame par une plaque Exp. 141. découpée en bandes très-étroites , espacées d'une ligne ; & vous observerez le même ordre dans les raies colorées dont l'ombre de chaque bande est couverte.*

Lorsqu'on interpose une lentille de foyer convenable pour rassembler les rayons décomposés ; comme ils se croisent nécessairement , l'image est renversée ; & ses teintes , devenues plus vives , prennent entr'elles un ordre inverse. J'ai dit que les homogènes correspondans , re-

pliés aux deux côtés du cylindre , le font en sens contraires : ainsi de divergens devenus convergens , ils ont un angle d'incidence opposé ; ils ne sauroient donc à la fois passer au travers d'une lentille , lorsqu'ils ne tombent pas à égale distance de l'axe ; ou plutôt ils ne sauroient tous tomber dans le champ de lumière , si le cylindre n'est au centre du cône lumineux. Lorsqu'il se trouve à droite ou à gauche , on ne doit donc appercevoir que ceux qui sont repliés sur l'une de ses faces latérales : mais alors aussi les fait-on paroître à volonté d'un côté ou d'autre du corps en expérience , simplement en recevant l'ombre d'un côté ou d'autre de l'axe du verre. Et si ce corps a quelque marque latérale particulière , on aura une démonstration complète des rapports de déviabilité que nous venons d'établir.

Les rayons décomposés à la circonférence des corps , s'y replient toujours dans le même ordre : aussi les phénomènes sont-ils semblables , lorsqu'à des solides qui font un tout continu , on en substitue qui font solution de continuité.

Exp. 142. *Au milieu du cône de lumière & à dix pouces du sommet , présentez un anneau métallique , de manière que les centres correspondent ; son ombre sera couverte de trois cercles colorés : & si vous faites attention que le bleu est externe , le jaune interne , le rouge*

intermédiaire ; vous reconnoîtrez que leur ordre n'a point changé.

A cet anneau substituez un disque d'un pouce en Exp. 143.
diamètre , percé d'un trou de six lignes ; il paroîtra
bordé , en-dehors , d'un cercle bleu ; en-dedans , d'un
rouge terminé par un jaune. Ces cercles deviennent
très-distincts , lorsqu'on interpose deux lentil-
les pour rassembler les rayons trop épars , &
les rétablir dans le même ordre. Les teintes
rouge & jaune qui environnent le bord interne
de l'ombre sont produites par les rayons dé-
composés sur le bord externe du disque ; car
les rayons décomposés sur ses bords externe
& interne sont déviés en sens contraires. Or ,
les premiers ne font qu'acquérir de la diver-
gence ; tandis que les derniers deviennent con-
vergents : ceux-ci doivent donc seuls s'apperce-
voir dans le champ de lumière : conséquence
directement établie par le fait ; puisque les cer-
cles colorés internes qui bordent l'ombre du disque dis- Exp. 144.
paroissent , lorsqu'on le remplace par un très-grand carton
percé d'un trou au centre.

Les rayons décomposés & repliés à la circonférence de ce trou sont cachés dans l'ombre : aussi se trouve-t-elle environnée d'une teinte obscure , terminée par les bords brillans de l'auréole. Ce n'est pas toutefois qu'on ne puisse les rendre visibles : car les rayons attirés par

un corps se dévient toujours d'autant moins que le plan où ils tombent est plus proche.

Exp. 145. Quand on interpose une lentille à peu de distance ; si l'axe du faisceau auquel il donne passage correspond à l'axe du verre , l'ombre du carton projetée sur la toile se trouvera autour du trou , bordée d'un cercle bleu liféré de violet ; & toujours d'un cercle bleu , quoiqu'on interpose une seconde lentille. Ce qui doit être : car , tant que les rayons hétérogènes déviés ne peuvent être redressés tous-à-la-fois , il est simple que les moins déviables soient les seuls apparens.

Si les rayons rouges & jaunes ne paroissent pas avec les bleus , quelque près du trou qu'on approche la lentille , c'est parce que trop déviés , ou plutôt trop obliques à leur incidence sur le verre pour s'y réfracter , ils sont nécessairement réfléchis ; *ils viennent cependant à paroître dès*

Exp. 146. qu'on incline la lentille au bord du trou.

On voit par-là que les loix de la nature sont constantes , & qu'elles se montrent invariables de quelque manière qu'on les étudie.

Au corps en expérience substituez un disque percé de six trous (1) autour du centre : si le centre correspond à l'axe du cône ; de ce côté ,

(1) Que le disque ait un pouce en diamètre , & chaque trou deux lignes.

l'ombre de chaque trou sera circonscrite par un croissant bleu ; du côté opposé , elle le fera par un croissant rouge adossé à un jaune : & cela est de nécessité ; car l'arc interne représente la face latérale externe d'une lame courbe placée à droite ou à gauche de l'axe du cône lumineux ; tandis que l'arc externe représente la face latérale interne de cette même lame. *Si le disque a plusieurs rangées, le même ordre des croissans colorés s'observera dans l'ombre des bords de chaque trou :* Exp. 147.
 & pour peu que leur ouverture ait d'étendue , on remarquera entre les croissans opposés un petit champ de lumière non-décomposée.

Ce qui arrive aux raies colorées quand on fait passer un cylindre d'un côté de l'axe , arrive aux croissans colorés quand on y fait passer un anneau. Je ne dis rien ici de l'identité des phénomènes, lorsqu'on interpose une lentille pour rassembler les rayons décomposés ; on en sent trop la raison.

Au lieu de diverger, si les rayons convergent, ils se dévieront dans le même ordre ; mais leur foyer sera plus court ; parce qu'ils n'ont pas besoin d'être aussi déviés pour parvenir à leur point d'intersection. *Au centre du cône formé par une lentille de grand diamètre & de foyer moyen (1),*

(1) L'expérience réussit fort bien , avec une lentille de six pouces de diamètre , & de six pieds de foyer.

- Exp. 148. suspendez une petite boule , & recevez-en l'ombre sur un carton à quelques pouces de distance ; bientôt les rayons hétérogènes , encore tous confondus près du corps qui les attire , se séparent à mesure qu'ils se prolongent ; tant qu'ils convergent , les premiers ou plutôt les seuls apparens sont les bleus ; ils circonscrivent les rouges qui circonscrivent à leur tour les jaunes. De ces rayons , les plus convergens deviennent toujours les plus divergens ; c'est au foyer qu'ils prennent cet ordre inverse : aussi , dès qu'on place le carton au-*
- Exp. 149. delà , voit-on autour de l'ombre les jaunes circonscrire les rouges.*

Quel que soit l'angle d'incidence des rayons de lumière, l'angle de déviation des hétérogènes est toujours proportionnel : nous avons démontré cette vérité à l'égard des divergens & des convergens, démontrons-la à l'égard des parallèles.

En introduisant dans une chambre obscure les rayons immédiats du soleil : comme ceux qui se décomposent à la circonférence d'un corps se trouvent cachés dans son ombre projetée à une distance convenable ; il est impossible de les y appercevoir de manière à fixer avec certitude leur différent degré de déviabilité, il faut donc se servir d'une autre méthode : or il en est une bien simple qui va nous ouvrir un nouveau champ.

Lorsque le tems est couvert , si vous suspendez contre le ciel un corps opaque d'un certain volume , & que vous le regardiez ensuite au travers d'une lentille (1) trop peu éloignée (2) de l'œil pour que l'image se trouve renversée , quels que soient les rayons qui paroissent d'abord , d'après l'ordre de leur déviabilité respective que nous venons d'établir , vous pourrez connoître ceux qui paroîtront ensuite , en changeant la seule distance focale. Et puisque les rayons déviés à la circonférence de l'objet (3) convergent ; si vous commencez par appercevoir les bleus , en approchant l'œil jusqu'à certain point du centre du verre , ou plutôt en

(1) On voudra bien se rappeler ici que les rayons hétérogènes ne se réfractent différemment en traversant une lentille , que parce qu'ils sont plus ou moins repliés sur le corps qui décompose la lumière.

(2) Distant de l'œil environ de deux pouces , & de l'objet environ de huit : mais je prie le Lecteur de ne pas oublier que toutes mes observations sont faites avec une lentille de six pouces & demi de foyer sur trois d'ouverture , à moins que je n'en désigne une autre.

(3) Il seroit superflu de prouver que des rayons à-peu-près parallèles , repliés de part & d'autre sur un corps , convergent nécessairement. Mais les distances doivent être prises avec exactitude , afin de ne pas recevoir après leur point d'intersection les rayons décomposés. Or on connoît qu'ils sont devenus divergens , lorsqu'on les apperceoit en écartant l'œil de l'axe du verre.

augmentant l'angle de réfraction , vous appercevrez les jaunes & les rouges ; en l'augmentant davantage encore , vous n'appercevrez que les jaunes : & réciproquement.

Qu'un cylindre d'ébène de la grosseur du doigt soit le corps en expérience ; si la lentille en est à huit pouces & de l'œil à quatorze , vous le verrez immédiatement environné d'une grande auréole rouge , inscrite dans une jaune plus grande encore : quelque rapproché que le cylindre soit de l'œil & de la lentille ; tant que l'axe visuel correspond à l'axe du verre , on n'apperçoit au bord de l'auréole jaune aucun vestige de bleu ; ce n'est qu'en éloignant de l'objet la lentille à la distance de trente pouces & l'œil à celle de huit , qu'il paroît couvert d'une teinte indigo : dans ces deux cas on ne le voit point renversé ; mais il paroît beaucoup plus grand , dans le premier que dans le dernier : puis donc que la grandeur apparente des objets est toujours proportionnelle à la grandeur de l'angle (1) optique ; celui que forment les rayons jaunes est plus grand que celui que forment les rouges ,

(1) Je ne dis rien ici de ce pouvoir qu'a l'ame de distinguer si la grandeur apparente d'un objet tient aux dimensions réelles ou à la distance ; pouvoir qui résulte uniquement de la comparaison qu'elle fait des sensations accessoires à la principale , & qui ne change rien à la justesse de cette loi d'optique : puisque l'ame ne fait plus juger de la grandeur d'un objet , lorsqu'elle n'en peut plus connoître l'éloignement.

& encore plus grand que celui que forment les bleus.

Mais comme la déviation des hétérogènes paroît se faire d'une manière plus uniforme autour des corps sphériques ; pour mieux déterminer leur déviabilité respective , *substituez à ce cylindre une boule de plomb d'un pouce en diamètre ; Exp. 150.* que l'œil, la lentille & la boule , d'abord très-peu distans , aient toujours un axe commun : alors si vous éloignez lentement l'œil du verre & le verre de la boule , vous la verrez environnée d'une petite raie jaune qui s'étendra peu-à-peu , & circonscrira ensuite une petite raie rouge. Ces raies forment bientôt des auréoles concentriques , déjà fort étendues lorsque le verre est à huit pouces de l'objet & à dix de l'œil , puis à une plus grande distance son champ ne peut plus les embrasser ; enfin l'image est renversée. Tenez alors la lentille très-près de l'œil , & vous verrez la boule immédiatement environnée d'un cercle bleu , dont la teinte ne paroît bien nette qu'à trente-six pouces d'éloignement , encore l'image est-elle assez petite. Les rayons bleus sont donc moins déviés que les rouges , & moins encore que les jaunes.

Les résultats de cette expérience seront mieux marqués , si on la répète avec une boule de cristal ; car en plaçant l'œil & la lentille à (1) certaine distance de

(1) La lentille à dix pouces de l'œil & de l'objet.

L'objet , on voit trois auréoles colorées concentriques ; une jaune externe , une bleue interne , une rouge intermédiaire. Lorsqu'on s'éloigne de la boule , l'œil fort près du verre , on voit ces auréoles se resserrer & se confondre : au centre de la boule paroît ensuite un orbe jaune environné d'un cercle rouge , terminé par une auréole bleuâtre ; plus loin , un orbe rouge environné d'une auréole plus claire : plus loin encore , un orbe bleu environné d'une auréole assez transparente. Un peu plus loin , cet orbe s'étend & circonscrit à son tour un point blanc très-lumineux. Le foyer des rayons bleus est donc plus long que celui des rouges , & plus encore que celui des jaunes.

Exp. 152. A cette boule substituez un disque de deux pouces , ayant au milieu un trou de six lignes ; si la lentille se trouve à huit pouces du disque & de l'œil , vous verrez les bords du trou environnés d'une auréole indigo , & ceux du disque d'une auréole rouge inscrite dans une jaune. Vous avez donc en même-tems le foyer de ces différens rayons. Or , puisque le diamètre du disque est quatre fois plus grand que celui du trou , les bleus sont moins déviés que les rouges , & moins encore que les jaunes : ils sont donc proportionnellement moins déviables.

Exp. 153. Enfin cette vérité se fera mieux sentir , si l'œil appliqué contre le verre , on regarde le disque à diverses distances. Or , à 24 pouces , il paroît bordé de bleu en-dedans & en-dehors : si vous vous éloignez , ces cercles

s'étendront peu-à-peu , & couvriront enfin toute sa superficie. A la distance de 45 pouces le disque ressemblera à un bel anneau indigo , placé au milieu d'une auréole bleuâtre. Eloignez-vous davantage , cet anneau s'éclaircira & s'étendra. Au centre de l'auréole qu'il circonscrit se forme ensuite un point jaune , ce point s'étend par degrés ; & à la distance de 62 pouces , il remplit tout l'espace intermédiaire. Continuez à vous éloigner ; l'anneau continuera à s'étendre & à se confondre avec l'auréole ; tandis que l'orbe jaune , diminuant peu-à-peu , passe par de légères nuances à l'oranger : puis à la distance de 84 pouces , il paroît sous la forme d'un orbe laque environné d'un cercle indigo , au centre d'une grande auréole azur. Enfin si vous vous éloignez un peu plus , l'orbe laque disparaîtra insensiblement : mais le cercle indigo s'étendra ; & à la distance de 108 pouces , il formera un orbe bleu au centre d'une auréole bleuâtre circonscrite de paille. Or , les rayons qui forment les différentes teintes de l'orbe central viennent (1) des bords extérieurs du disque : d'où il suit

(1) Ils ne viennent certainement pas du bord intérieur du disque ; puisqu'un trou de même étendue , percé au milieu d'un grand carton , n'offre pas les mêmes phénomènes. *Vu de la* Exp. 154. *sorte & à toute distance , ce trou paroît bordé de bleu , tant que l'axe visuel correspond à l'axe de la lentille. A mesure qu'on s'éloigne , les bords de l'auréole interne se rapprochent ; & à la distance de 30 pouces ils coïncident : à celle de 44 pouces , au centre se forme un très-petit orbe rose-paille qui se dilate*

que les bleus sont moins déviés que les rouges, & encore moins que les jaunes.

On peut varier ces expériences à l'infini : mais quels qu'en soient les résultats, toujours ils rentreront dans nos principes ; & toujours d'après notre théorie on pourra les prévoir sur le simple exposé des données.

Mais voici d'autres faits qui mettent le sceau de l'évidence aux vérités que nous venons d'établir. En traitant des couleurs primitives, j'ai fait voir comment toutes celles que donne le

peu-à-peu en forme d'anneau. Cet anneau circonscrit un petit orbe bleuâtre, qui prend bientôt la même forme. Ces anneaux s'étendent ; ils paroissent ensuite se diviser en plusieurs, & suivre les contours des bords du trou. A la distance de neuf pieds, ils se trouvent au milieu de l'auréole. A mesure qu'elle augmente ils s'obscurcissent, & bientôt on ne peut plus en distinguer la teinte : cependant celle des bords du trou n'a point changé. Jamais

Exp. 155. ce cercle bleu ne disparoît que dans le cas où l'œil s'éloigne assez du verre pour que l'image soit renversée : alors il est remplacé par un cercle jaune inscrit dans un rouge ; mais les rayons qui forment ces nouvelles teintes sont décomposés sur les bords

Exp. 156. externes du carton, comme on s'en assure en lui substituant une planche de quelques pouces en quarré, percée d'un trou pareil : puisqu'alors la circonférence de la planche est bleue. C'est ici, comme on voit, le même phénomène qu'offre un disque suspendu au milieu du cône de lumière. Le trou du disque laisse appercevoir les rayons cachés dans l'ombre, & la lentille en s'approchant ne fait que les rassembler avant qu'ils soient trop divergens.

prisme

prisme se réduisent à trois, lorsqu'on se sert de cet instrument à regarder un corps opaque, isolé & suspendu contre le ciel couvert. Ces trois couleurs se trouvent toujours rangées sur une ligne verticale ou horisontale: horisontale lorsque le prisme est placé verticalement; verticale, lorsqu'il est placé horisontalement. Mais que le corps en expérience soit longitudinal ou sphérique, que le prisme soit appliqué à l'œil horisontalement ou verticalement, & que l'objet soit apperçu par l'angle réfringent supérieur ou inférieur, les phénomènes de la déviation ne changent point; toujours le jaune se trouve à l'une des extrémités, le bleu à l'autre, & le rouge au milieu. Il suit de là bien évidemment que les rayons rouges ont une déviabilité moyenne. Mais comme les bleus paroissent du côté où le verre a le plus de masse; on pourroit croire qu'ils sont plus déviables que les jaunes; on s'assurera néanmoins du contraire, si l'on examine comment ces différens rayons entrent dans le prisme & comment ils en sortent. On fait à n'en pas douter que la réfraction de ceux qui sont transmis se fait en raison de l'ouverture de l'angle réfringent: mais les orbes colorés, qu'on voit à la place de la boule suspendue, sont produits par les rayons décomposés à sa circonférence; ces rayons s'y replient tous plus ou moins, &

se prolongent ensuite suivant leur nouvelle direction: leur angle d'incidence sur le prisme n'est donc pas égal. Puisqu'ils n'ont été déviés que par le corps qui les attire; pour déterminer leur déviabilité respective, il ne s'agit que de déterminer leur degré apparent de réfraction, *Exp. 157.* lorsqu'ils émergent. Or, quand on les reçoit sur une des faces du prisme, disposée de manière à leur présenter un plan vertical, si on regarde l'objet par l'angle réfringent supérieur, l'image entière sera élevée par la réfraction; mais la partie jaune plus que la rouge, & la rouge plus que la bleue. Si on approche l'œil du sommet de l'angle, on arrivera au point où l'orbe bleu sera seul visible; les rayons de cette couleur sont donc le moins réfractés. En l'éloignant ensuite par degrés, on apperçoit le bord de l'orbe rouge; les rayons de cette couleur sont donc plus réfractés. En l'éloignant davantage, on apperçoit le bord de l'orbe jaune; les rayons de cette couleur sont donc plus réfractés encore. En veut-on une démonstration géométrique? Pour la donner, il suffira de prolonger du côté de l'objet les rayons visuels émergens.

Comme le petit anneau auquel est attaché la boule paroît immergé dans l'orbe bleu, il sembleroit que l'orbe rouge est au point de la vraie image de l'objet, dont les orbes bleu & jaune ne seroient que les simulacres: ce qui in-

firmeroit nos conséquences. Il est pourtant aisé de prouver le contraire: *si on cache ces orbes , en Exp. 158. interposant une bande de carton , on n'en verra pas moins l'orbe bleu : mais si on cache celui-ci , à l'instant on verra disparaître les deux autres.*

Les rayons décomposés à la circonférence des corps d'un petit volume s'apperçoivent à œil nud ; on peut même de la sorte fixer leur différente déviabilité. *Si à un pied de la flamme d'une Exp. 159. grosse bougie , vous interposez une épingle noire ; à 7 pouces de l'œil , elle vous paroîtra plus mince & ardoise , environnée d'une auréole rougeâtre : si vous la rapprochez lentement de l'œil ; à la distance de 4 pouces , vous la verrez comme un filet rouge transparent , bordé de part & d'autre d'une petite auréole bleuâtre : à celle de 3 pouces , ce filet rouge s'étend , s'affoibit & fait place à un filet jaunâtre ; plus près , cette teinte , l'auréole , & l'épingle même disparaissent.*

Dans tous ces cas le degré de déviabilité , que nous avons assigné à chaque espèce de rayons hétérogènes , s'accorde parfaitement avec les faits : il est donc démontré que les plus déviables sont les jaunes , & que les moins déviables sont les bleus.

Je fais que cette assertion est entièrement opposée à celle de tous les Auteurs qui ont écrit sur ce sujet ; mais elle est fondée sur une multitude d'expériences simples , claires , inva-

riables ; au lieu que ces Auteurs n'ont établi leur opinion que sur les résultats d'expériences compliquées, illusoires , & toutes faites sans la plus légère notion d'un principe qui joue un si grand rôle dans la nature. Il me semble que j'ai démontré cette vérité par tant de faits décisifs , qu'il n'est plus possible d'en douter : mais pour la rendre incontestable , je vais prouver que le prisme , même employé à leur manière , concourt à l'établir. Bornons - nous à leurs propres expériences pour détruire leur assertion.

Il est de fait que les rayons solaires , introduits dans la chambre obscure , sont décomposés avant de tomber sur le prisme ; & qu'en s'y réfractant , les hétérogènes ne font que se séparer davantage : c'est donc aussi par leur degré apparent de réfraction qu'il faut déterminer leur plus ou moins de déviabilité.

Rappelons ici quelques-unes de nos expériences. Quand on reçoit sur un prisme le petit faisceau solaire , l'ombre des bords du trou , projetée à quelques pouces de distance , paroît environnée ; en haut , d'un croissant violet contigu à un bleu ; en bas , d'un croissant jaune contigu à un rouge , au milieu desquels se trouve un petit champ de lumière non décomposée. Or j'ai fait voir comment se forme la prétendue

image colorée du soleil , par la divergence , le rapprochement & l'anticipation des rayons de ces croissans.

Que ces rayons émergent réellement des endroits d'où ils paroissent émerger : en voici de nouvelles preuves. Après avoir adapté à l'une des faces d'un gros prisme , un petit disque percé d'un trou ; exposez-le aux rayons solaires dans la position où il se trouvoit pour former le spectre ; faites une marque particulière au bas du trou , & recevez à quelque distance l'ombre du disque ; si elle se trouve élevée par la réfraction , vous la verrez bordée intérieurement des mêmes croissans colorés , & placés dans le même ordre. Mais ces croissans ne sont qu'une partie de ceux qui recouvrent l'ombre entière. Observez leur ordre au haut & au bas du disque , vous trouverez qu'il est exactement le même. Le spectre est donc formé des rayons les moins déviés , décomposés à la partie supérieure du trou qui leur donne passage , & des plus déviés décomposés à sa partie inférieure (1). De celle-ci , les jaunes forment la teinte jaune du spectre ; les rouges , la teinte rouge : quant aux bleus , cachés dans l'ombre

(1) Cela est hors de doute , puisque le spectre est élevé par la réfraction.

des bords du trou, ils ne sont pas apparens. De celle-là les bleus forment la teinte bleue du spectre : à l'égard des rouges & des jaunes, cachés dans l'ombre des bords du trou, ils ne sont pas apparens non plus.

A leur émergence du prisme ces rayons se prolongent en divergeant, ils se rapprochent donc & se mêlent de toute nécessité : tandis que ceux qui se trouvoient dans l'ombre se dégagent en partie. Ainsi les bleus de la partie supérieure, & les jaunes de la partie inférieure, forment par leur mélange la teinte verte qui est au centre du spectre. A l'un des bouts, les rouges & les jaunes étant contigus, composent la teinte orangée ; tandis que les rouges & les bleus produisent la teinte sale qui termine l'image. A l'autre bout, les bleus & les rouges contigus, se mêlant en différentes proportions, forment les teintes indigo & violette.

L'ordre de leur déviabilité est donc inverse de celui qu'a établi Newton : ainsi ses propres expériences confirment notre doctrine.

Puisque les rayons homogènes correspondans repliés à la circonférence du trou, le sont en sens contraires ; & qu'après avoir traversé le prisme, les moins déviables d'un côté, & les plus déviables de l'autre, se rapprochent peu-à-peu, & se croisent ensuite : passé leur point d'intersection,

le spectre doit insensiblement changer de teintes , à mesure que le plan où il est projeté s'éloigne du prisme ; il doit donc enfin arriver au terme où il paroît entièrement déformé. On voit par-là que nous sommes bien loin des idées reçues ; mais ce n'est pas sur ce point seulement.

Des Caustiques.

Elles tiennent à l'inégale réfraction des rayons de lumière qui tombent sur un verre convexe ou concave , à différentes distances de l'axe ; car ces courbes éclatantes , qui bordent l'espace illuminé , ne sont pas moins sensibles , lorsque la plus grande partie de la première surface réfringente est couverte d'un papier noir , quel que soit d'ailleurs le diamètre de la sphère dont elle forme un segment.

De leur figure , leur position , leur éclat , on peut inférer qu'elles sont formées par les intersections successives de chaque rayon avec celui qui le suit , dans un point de la courbe antérieur à la section de l'axe. Ainsi les rayons extérieurs d'un faisceau sont graduellement trop rompus pour pouvoir se réunir avec les intérieurs en un seul point : mais nous renvoyons à un autre article l'examen de la génération de ces courbes , pour ne considérer ici que leur couleur.

Il importe de bien distinguer les caustiques produites à la lumière du soleil, des caustiques formées à la lumière de la flamme. Commençons par les dernières.

Pour peu qu'on les examine avec soin, on reconnoît bientôt que chacune de ces courbes est formée d'une bande jaune circonscrite par une rouge : la lumière y est donc décomposée.

Exp. 160. A la flamme d'une bougie (1), exposez une lentille à l'eau, de six pouces de foyer sur six pouces en diamètre ; & à la distance de huit pieds, recevez sur un carton parallèle ou perpendiculaire à l'axe les rayons rassemblés : alors si on touche un des bords de la flamme avec un poinçon, à l'instant une partie de la courbe du côté opposé s'agitera avec force. Ainsi ces courbes sont évidemment produites par les rayons des bords de la flamme qui se sont croisés avant leur incidence, comme font tous ceux qui concourent à former l'image des objets.

Examinez l'espace qu'elles circonscrivent, & *Exp. 161. vous verrez qu'il a une teinte bleue. En éloignant peu-à-peu le carton, ces courbes se rapprochent & s'allongent, les bandes rouges se rétrécissent considérable-*

(1) Afin que les résultats de l'expérience soient plus nets, il importe de renfermer la bougie dans une petite chambre noire, & de ne laisser passer la lumière que par une ouverture faite à l'un des côtés.

ment ; ensuite elles forment avec les jaunes une image assez vraie de la flamme ; puis elles s'évanouissent , & l'image acquiert beaucoup de vérité : alors elle paroît d'un jaune plus clair bordé de bleu ; mais bientôt elle devient terne , s'élargit & se défigure ; enfin elle disparoît entièrement du milieu d'un champ de lumière rougeâtre bordé de bleu. Que la lentille ait une petite ou une grande ouverture , les résultats seront les mêmes ; à cela près que la grandeur des caustiques sera toujours proportionnelle à la grandeur du champ. Il est donc évident qu'elles font partie de l'image de la flamme.

Quand on examine de près (1) cette flamme à œil nud ou au travers d'une lentille , la base paroît bleue , & le reste du jet rose-jaunâtre avec un petit bord rouge (2) circonscrit d'un grand bord bleu (3). Son image est formée des mêmes teintes ; la lumière tombe donc toute

(1) A la distance de quelques pouces.

(2) Ce petit bord rouge est très-apparent , & paroît même élargi , lorsqu'on regarde la flamme immédiatement après avoir rouvert les yeux ; mais pour bien l'observer , il faut que la bougie vienne d'être mouchée ; autrement la teinte réfléchie par la mèche embrasée se mêle à celle de la flamme & l'altère : encore faut-il l'examiner de fort près ; car le bleu coupant sur l'air cesse bientôt de se distinguer à une distance un peu considérable.

(3) Comme ce bord tranche sur l'air , il est peu apparent.

décomposée sur la lentille : & puisque les rayons qui concourent à produire ces teintes ne font pas tous foyer au même point ; avant d'y arriver , ils prennent un autre arrangement entr'eux , comme on l'observe dans la génération des caustiques.

L'image de la flamme est formée de rayons rouges , jaunes , bleus : mais si l'on fait attention à leur distance focale , quelle que soit la sphéricité du verre qui les rassemble , on observera que celle des bleus est plus petite que celle des jaunes , & plus petite encore que celle des rouges. On pourroit inférer de-là que leur réfrangibilité n'est pas égale ; & l'on se tromperoit , car ces rayons ne partent pas des mêmes points.

A quatre pieds d'une bougie allumée & placée devant un drap noir , disposez une lentille de six pouces de foyer sur trois de diamètre , de manière à faire tomber l'image de la flamme sur une carte : un peu avant que cette image soit bien formée , le centre en sera bleu ; alors , l'œil placé à ce point (1) , regardez la flamme au travers de la lentille , & elle vous paroîtra rose circonscrite de bleu : les bleus font donc foyer.

(1) Pour être sûr que l'œil est placé à ce point , il faut faire à cette carte une ouverture d'une ligne en largeur sur trois en longueur ; & regarder la flamme , l'œil appliqué à cette ouverture.

Lorsque l'image se trace distinctement , elle est jaunâtre Exp. 164. bordée de bleu : l'œil placé au même point , regardez la flamme au travers de la lentille , & elle vous paroîtra jaune bordée de rouge. Les bleus devenus divergens ne s'apperçoivent déjà plus ; cela est clair : mais ce qui ne l'est pas moins , c'est que les rouges dont elle est bordée font foyer.

On suppose parallèles les rayons dardés par les vastes corps lumineux placés à une distance prodigieuse ; le fait est qu'ils sont plus ou moins divergens & plus ou moins convergens. Il en est de même de ceux des petits corps lumineux placés à une distance proportionnelle : & comme leur image est toujours renversée , les rayons qui concourent principalement à la former , ou plutôt à en déterminer l'étendue , se croisent nécessairement. D'ailleurs si on considère la courbe d'un verre convexe , présenté aux rayons d'un corps lumineux , on sentira que les convergens ne peuvent tomber qu'au milieu de la surface , lorsqu'elle a plus d'étendue que le diamètre apparent de ce corps ; tandis que les divergens doivent tomber sur toutes les parties de cette surface. Ainsi partis des bords de la flamme , les bleus & les rouges formant un plus grand angle d'incidence , doivent en former un plus grand de réfraction : sans être plus réfringibles , ils doivent donc faire plutôt foyer.

Aux rayons colorés qui viennent des différentes parties de la flamme se joignent les rayons colorés repliés aux bords de la lentille , d'où résultent d'autres phénomènes.

Entre les caustiques formées à la lumière de la flamme , & les caustiques formées à la lumière du soleil , il y a cette différence que les dernières sont toujours orbiculaires , quelle que soit la sphéricité du verre qui rassemble les rayons : & cela n'a rien d'étrange ; puisque dans tous les points ces rayons concourent à former l'image du disque solaire. Elles sont aussi beaucoup plus éclatantes , & cela n'a rien d'étrange non plus ; puisque la lumière du soleil a beaucoup plus d'intensité.

Quant aux bandes colorées qui les terminent , elles tiennent aux causes que nous allons développer.

Des prétendus Cercles d'Aberration.

On vient de voir comment les caustiques forment une image distincte de la flamme , lorsqu'on éloigne du verre le carton ; mais lorsqu'on l'en rapproche , ces courbes perdent de leur éclat ; peu-à-peu elles se rétrécissent & s'étendent , tant que le champ de lumière est susceptible d'extension. Si on augmente jusqu'à certain point la distance du verre à la flamme ;

au lieu de caustiques , ce sont de petits cercles colorés connus sous le nom de cercles d'aberration. Comme leur couleur se distingue mal à la clarté d'une bougie , nous les observerons à la clarté du jour : mais pour les bien observer , il faut se servir d'une lentille de grand diamètre & de long foyer.

Dès que les rayons réfractés convergent , la base du cône lumineux paroît bordée d'un petit cercle jaune , bientôt après circonscrit par un rouge. Ces cercles s'étendent quelque temps , à mesure que le champ de lumière se rétrécit : puis le jaune s'affoiblit peu-à-peu : alors l'espace circonscrit paroît d'une légère teinte bleuâtre , un peu plus décidée vers les bords , comme on l'observe en donnant au verre une petite obliquité. Lorsque le champ de lumière est réduit à ses plus petites dimensions , cette teinte devient plus vive , elle en forme le centre , & n'est plus bordée que du cercle rouge : ce cercle à son tour se rapetisse , bientôt il disparoît , enfin il se perd dans l'image du soleil , qui paroît alors avec toute sa blancheur & toute sa netteté (1). Que la lentille soit montée ou non ;

(1) Comme l'éclat du champ de lumière blesse l'organe , lorsque le ciel est très-pur , il faut attendre à faire ces observations que le soleil soit voilé par une couche de légères vapeurs.

que son foyer soit long ou court, que ses bords soient polis ou bruts, &c. , les phénomènes sont constamment les mêmes.

On les attribue généralement à la décomposition des rayons qui se réfractent dans le verre ; mais j'ai démontré par des expériences décisives que la lumière (1) ne se décompose jamais en traversant un verre homogène, d'un bon grain & d'un beau poli, quelle que soit sa figure. J'ai démontré aussi par des expériences décisives que la réfrangibilité des rayons hétérogènes est égale. Enfin j'ai démontré par des expériences directes que les cercles colorés qui terminent le cône lumineux, viennent uniquement des rayons décomposés sur les bords de la lentille (2) ou de la monture. Des rayons décomposés sur les bords du verre, les seuls visibles sont tangens aux parties polies des surfaces réfringentes : quant

(1) Voyez l'article *de la Décomposition de la Lumière*.

(2) La lumière se décompose sur les bords d'un verre plan arrondi, dont les surfaces sont parallèles, comme sur ceux d'une lentille ? — Assurément. — Pourquoi donc n'aperçoit-on pas de même ces cercles colorés ? — C'est que les rayons décomposés, n'étant pas de même rassemblés par la réfraction sur un plus petit espace, s'éparpillent dans le champ de lumière ; où ils ne sont pas aperçus à la clarté du jour, de même que la lumière d'une bougie est éclipsée par celle du soleil.

aux autres , ils restent cachés dans l'ombre des parties brutes ou simplement adoucies : vérité incontestable , puisque toutes les marques particulières qu'ont ces bords reparoissent dans les cercles colorés qui circonscrivent le champ de lumière.

» De l'ordre suivant lequel ces différens rayons » passent au foyer , on conclut que les bleus » sont le plus réfrangibles & les rouges le » moins ». Mais cette teinte bleue qui occupe le centre du champ de lumière , lorsqu'il est parvenu à ses plus petites dimensions , est étrangère aux rayons réfractés immédiats ; car on ne l'apperçoit point lorsque le soleil est radieux (1) ou légèrement voilé ; & lorsque le ciel est parsemé de petits nuages , on voit à n'en pas douter qu'elle est produite par les reflets de la voûte azurée. — Mais , poursuit-on , la preuve que les bleus sont réfractés le plus , c'est qu'ils divergent avant les jaunes , lorsqu'on donne à la lentille une légère obliquité. — Ne prenez point le change , ces rayons bleus que vous avez vus réunis au milieu du champ de lumière ne sont pas ceux dont vous le voyez circonscrit ; puisque les derniers s'apperçoivent seuls. Pour détruire

(1) Si on ne la distingue point , lorsque le soleil est brillant , c'est que sa vive lumière l'éclipse.

votre assertion, je ne veux que l'expérience dont
Exp. 166. vous l'avez déduite. *Augmentez l'obliquité du verre ,*
& vous verrez les bleus avant leur réunion au foyer pren-
dre la forme d'une raquette plus ou moins allongée.

Exp. 167. *Continuez à l'incliner , & vous les verrez former une*
ellipse qui circonscrira les rayons rouges & les jaunes.
 Puisque le champ de lumière est circonscrit de
 rouge & de jaune lorsque les rayons conver-
 gent, mais de bleu lorsqu'ils divergent, il est
 hors de doute que les derniers sont déviés le
 moins & que les premiers sont déviés le plus ;
 car la divergence & la convergence des rayons
 de lumière sont toujours en raison const-
 tante.

Les rayons solaires décomposés sur les bords
 polis de la première surface réfringente sont
 encore tous confondus au sortir de la seconde ;
 mais en vertu de leur différente déviabilité, ils
 se séparent ensuite à mesure qu'ils se prolongent.
 Tant qu'ils convergent, les premiers qui
 paroissent autour du champ de lumière sont
 les jaunes. Bientôt ils sont circonscrits par
 les rouges ; & ils le paroîtroient aussi par les
 bleus, si ceux-ci n'étoient cachés dans l'ombre.
 Après s'être croisés, devenus divergens, les pre-
 miers qui paroissent aux bords du champ de
 lumière sont les bleus ; ensuite les rouges, s'y
 mêlant en partie, produisent cette teinte violette
 dont

dont le cercle bleu est lizéré (1). Mais pourquoi des preuves déduites de la nécessité des faits, lorsque nous pouvons donner une démonstration oculaire. Que la lentille soit montée ou qu'elle ne le soit pas, toujours le champ de lumière sera circonscrit par les mêmes couleurs. *Exp. 168.*

Or, si l'on pose au milieu de la première surface réfringente du verre un anneau métallique fort étroit, en recevant à certaine distance son ombre sur un carton, on la verra couverte de trois cercles différemment colorés. Qu'on fasse diverger ou converger les rayons incidens; ces cercles suivront exactement l'ordre de ceux qui bordent l'ombre de la monture. Or des rayons décomposés à la circonférence de cet anneau, comme à celle de la lentille & de la monture, ceux qui se replient sur le bord externe sont seuls apparens dans le champ de lumière: ainsi qu'on s'en assure à l'aide de quelque marque particulière faite au bord interne: mieux encore en substituant à l'anneau un grand carton percé d'un trou d'égale diamètre. *Exp. 169.*

Quoique les rayons qui partent de la flamme soient déjà décomposés avant leur incidence sur le verre, ils se replient toujours sur ses bords en raison de leur différente déviabilité:

(1) Les rayons de lumière se décomposent sur les bords du prisme, comme sur ceux d'une lentille, & ils offrent exactement les mêmes phénomènes; ainsi qu'on l'a vu plus haut. *Exp. 171.*

aussi l'ordre des prétendus cercles d'aberration , qui paroissent à la lumière de la flamme & à celle du soleil , est-il constamment le même.

Tous les phénomènes concourent donc à démontrer que les rayons bleus sont le moins & les jaunes le plus déviabiles.

Des Ombres colorées.

Il suit des loix de la périoptrique & de la différente déviabilité des rayons hétérogènes , que l'ombre des corps n'est jamais produite par privation totale de lumière ; il suit aussi , qu'à égale distance du plan où elle est projetée , plus ils sont petits , plus elle doit être claire ; il suit encore , qu'à la distance focale des rayons les plus déviés , les jaunes doivent se trouver au centre de l'ombre , environnés des rouges , circonscrits par les bleus ; enfin il suit que , passé leur point d'intersection , ils doivent tous diverger , prendre un ordre inverse & se disperser : ce que l'expérience met hors de doute. Quel que soit le corps opaque exposé au soleil , son ombre est si légère , qu'elle n'empêche point de distinguer les objets qu'elle couvre ; lors même qu'elle est peu éclairée par des reflets. Moins il a de volume , plus elle est claire : aussi celle des fétus de paille , des épingles , des che-

veux , est-elle semblable à l'ombre des corps transparens. Quant aux rayons décomposés, on ne les apperçoit point dans l'ombre (1), tant qu'un corps est exposé aux rayons immédiats du soleil : mais ils deviennent visibles dans la chambre obscure , par la simple interposition d'une lentille.

La force attractive d'un corps ne se déploie avec toute son énergie sur la lumière, qu'autant que les rayons incidens sont hors de la sphère d'attraction du plan où ils sont reçus : elle est donc d'autant plus affoiblie, que ce plan se trouve moins éloigné ; & d'autant plus encore que les rayons opposent davantage de résistance à leur déviation. *Aussi quand on place une boule dans le cône lumineux, & fort près de la toile, l'ombre est-elle extrêmement noire : mais elle s'éclaircit à mesure que la boule s'éloigne ; parce qu'alors les rayons déviés de l'auréole l'illuminent de plus en plus. Lorsque la boule* Exp. 172. *est ramenée proche du sommet ; si on interpose une lentille de grand diamètre & de long foyer (2), de manière à paroître immercée dans l'ombre, les rayons qu'elle rassemble formeront un champ de lumière très-distinct.*

(1) Il n'est point ici question de ces ombres colorées qu'on apperçoit au lever & au coucher du soleil, toujours produites par le reflet des nuages ou des vapeurs.

(2) De six pouces de diamètre sur six pieds de foyer.

Les rayons repliés à la circonférence d'un corps se redressent toujours par l'interposition de celui sur lequel on les reçoit ; & plus il en est proche , plus ils sont redressés : l'ombre devient donc d'autant plus noire que le foyer du verre est plus court : mais quelque court qu'il soit , combien encore de rayons déviés ! Car

Exp. 173. quand on immerse dans l'ombre la grande lentille , elle y forme de même un champ de lumière très-distinct , quoique moins vif que s'il n'y avoit pas un second verre interposé.

Ces rayons ne tombent pas seulement sur l'ombre , ils s'étendent encore à certaine distance tout autour : elle n'est donc si légère que parce qu'elle cesse d'être circonscrite par les rayons parallèles aux rayons interceptés. Aussi

Exp. 174. quand on reçoit sur une lentille ceux qui ont été déviés par la boule suspendue au centre du cône lumineux & à cinq pouces du foyer , l'ombre projetée sur un carton paroît-elle beaucoup plus foncée , au moment où les rayons tangens les plus déviés , redressés par le verre , circonscrivent l'espace que les rayons interceptés ont laissé obscur. Ce qui doit toujours arriver , dès que la distance de la boule au verre est telle que les rayons , réfractés dans ce nouveau milieu , ne sont rendus divergens qu'au point de coïncider au bord de l'ombre.

Lorsqu'on examine avec soin cette ombre

rendue plus forte , on voit les rayons hétérogènes se rassembler au milieu , à mesure qu'on éloigne de la boule la lentille. Tant qu'ils divergent , les bleus occupent le centre , les rouges sont contigus , les jaunes les circonscrivent : mais devenus convergens , leur ordre change. Les jaunes forment donc foyer les premiers , ensuite les rouges , puis les bleus : & comme les jaunes des différentes couches de l'auréole de la boule ne sont pas réunis au même point ; ceux qui sont le moins déviés se mêlent aux rouges & aux bleus qui sont le plus déviés : ainsi de leur mélange résultent des teintes mixtes dont leur point central est circonscrit tour à tour , à mesure que la distance du verre à la toile augmente ou diminue.

Passé leur point d'intersection , ai-je dit , les rayons décomposés à la circonférence d'un corps divergent toujours : leur ordre devient donc inverse. *Ce qui s'observe très-bien , même sans interposer aucun verre , lorsqu'à quinze pouces de la toile on place dans le cône lumineux une lame de plomb découpée en dents étroites , & espacées d'une ligne chacune.* Ainsi lorsque le corps en expérience fait solution de continuité , l'espace intermédiaire de l'ombre peut être successivement éclairé par les divers rayons colorés , suivant la distance du corps à la toile. A une distance déterminée,

Exp. 175.

les rayons jaunes se trouvent au centre de l'espace intermédiaire : on peut y placer à volonté les rouges ou les bleus , simplement en modifiant cette distance. Telle est la facilité extrême d'agir sur la lumière , que donne notre méthode de la décomposer ; & telle est la justesse de nos observations , qu'elles sont soumises au calcul le plus exact !

Au reste , comme la lumière qui se trouve dans la sphère d'activité d'un corps se décompose par couches concentriques ; il doit se trouver dans l'ombre beaucoup plus de rayons bleus que de rouges , & beaucoup plus encore que de jaunes ; car les rayons se plient d'autant plus vers la surface d'un corps qu'ils sont plus déviés.

On ne se fait point d'idée de l'intensité des ombres qui seroient produites par une privation totale de lumière : mais puisqu'elles augmentent en force avec le nombre des rayons interceptés ; plus elles sont fortes , moins elles doivent paroître colorées. Les rayons repliés à la circonférence d'un corps ne sont redressés que jusqu'à certain point par l'interposition du plan sur lequel on les reçoit : & comme l'énergie de la force attractive , extrême au moment du contact , est beaucoup moindre à une très-petite distance ; quelque court que soit le foyer du

verre interposé , jamais on ne parviendra à redresser les rayons tangens. La partie d'un corps opaque qui paroît absolument dans l'ombre , lorsque l'œil ne se trouve pas dans la direction de ces rayons déviés , cesse donc de le paroître , lorsqu'il s'y trouve. *Ce qui s'observe d'une manière bien frappante , en plaçant une boule d'un certain volume devant la flamme d'une bougie , & en approchant l'œil du centre de l'hémisphère qui est dans l'obscurité.* Exp. 176.

Terminons cet article par une expérience analogue , qui met le sceau à notre doctrine sur l'attraction , la déviation , la décomposition de la lumière dans la sphère d'activité des corps ; & qui ne laisse rien à désirer sur le nombre des couleurs primitives , le degré respectif de déviabilité des rayons hétérogènes , la régularité & l'immuabilité de la déviation des rayons homogènes , la transmission inaltérable de la lumière pure au travers de certains milieux à surfaces lisses , &c. : la voici.

Rendez obscure une chambre , dont rien ne borne la vue ; percez au haut du volet un trou de six pouces , destiné à introduire la lumière réfléchie par le ciel lorsqu'il est sans nuages ; à quinze pouces de la toile , placez une lentille de trente pouces de foyer & de six pouces de diamètre : tout étant disposé de la sorte , si vous inclinez l'axe jusqu'à ce que le champ lumineux soit circulaire , Exp. 177.

vous ne verrez que l'ombre des bords du trou environnée d'une auréole : augmentez graduellement la distance de la lentille à la toile ; peu-à-peu l'auréole s'étendra , ses bords se rapprocheront , & l'espace intermédiaire sera (1) d'une teinte bleu-clair , produite par le reflet de la voûte azurée ; tandis que l'ombre de la circonférence du trou en prendra une jaunâtre produite par les rayons les plus déviés de son auréole (2) : ensuite les bords de l'auréole

(1) Cela paroît bien évidemment , lorsque l'image de quelque nuage se trace dans le champ de lumière : d'ailleurs cette teinte ne s'observe point , lorsque le ciel est entièrement couvert.

(2) On a d'abord assez de peine à concevoir comment les rayons jaunes qui se trouvent le plus repliés sur les bords du trou sont les premiers à paroître ; & même comment ils peuvent tomber sur la lentille dont le diamètre n'a pas plus d'étendue que l'ouverture faite au volet. Mais toute difficulté disparoît quand on considère que les rayons auxquels le trou donne passage viennent d'un vaste champ. De ces rayons , ceux qui sont tangens aux bords du trou s'y replient ; ceux qui forment les couches contiguës de son auréole s'y replient aussi , mais beaucoup moins ; & toujours d'autant moins qu'ils approchent plus des bords. Ceux qui forment les dernières couches de l'auréole , & qui font partie des extrêmes du champ visible de la voûte azurée , sont donc assez peu détournés de leur direction , ils se croisent dans les différens points de l'axe de leur faisceau , & se prolongent jusque sur la toile. De ceux qui tombent sur la lentille , les plus déviés aux bords de l'auréole , conséquemment les plus divergens , ont l'incidence la plus oblique , & se réfractent aussi le plus en traversant le verre : aussi les jaunes paroissent-ils circonscire le champ de lumière ; ensuite paroissent les rayons rouges qui les circonscrivent. Quant

coïncideront , & le point bleu formé par la diminution de l'espace intermédiaire fera place à un point blanc radieux. Le champ de lumière , devenu plus petit & plus brillant , se trouve environné de deux cercles concentriques ; d'un jaune interne & d'un rouge externe , séparés par une teinte orangée. Si vous éloignez davantage la lentille ; à mesure que ce point s'étendra , le champ se rétrécira encore , & formera un espace orbiculaire de lumière extrêmement pure , circonscrit de bleu. Alors suspendez une boule de deux pouces en diamètre au centre Exp. 178. du trou , & replacez la lentille à quinze pouces de la toile : à mesure que vous l'en éloignerez lentement , si vous observez le champ de lumière , les phénomènes paroîtront exactement les mêmes , jusqu'à ce qu'elle soit parvenue au point où les bords de l'auréole du trou coïncident ; à cela près qu'on apperçoit au milieu du champ une zone de teinte paille extrêmement légère , circonscrite par une zone de teinte azur plus légère encore : — teintes formées par les rayons décomposés de l'auréole de la boule ; comme on s'en assure à l'aide d'une simple impulsion (1). Continuez à éloigner la lentille , & le point

aux bleus déviés , comme ils sont le moins réfractés , ils se trouvent dans l'ombre des bords du trou , & ne paroissent que lorsqu'ils deviennent divergens.

(1) Pour s'assurer pleinement de la vérité de cette assertion , il faut attendre à communiquer l'impulsion à la boule , que son auréole soit séparée de celle des bords du trou par une zone de lumière pure.

blanc fera place à un point jaunâtre qui s'étendra par degrés ; en même-temps la zone bleue de l'auréole de la boule diminue dans la même proportion , puis elle coïncide avec les bords de l'auréole du trou : alors aussi l'espace jaunâtre commence à diminuer , & à acquérir une teinte plus décidée. Enfin on voit paroître un petit orbe jaune qui forme image de la boule , & diminue insensiblement jusqu'à ce qu'il ait acquis tout son éclat. Bientôt les bords de l'auréole du trou s'étendent au-delà du cercle bleu ; déjà ils sont séparés par une zone (1) de lumière pure , où l'on ne distingue que la teinte de la toile. Ensuite cette zone continue à s'étendre , & le petit orbe jaune paroît un peu diminuer. Parvenu à ses plus petites dimensions , ses rayons divergent : au centre paroît une teinte orangée , qui peu-à-peu fait place à un petit orbe rouge — autre image de la boule. Les rayons dont elle est formée divergent à leur tour , ils occupent un plus grand espace , au milieu duquel on voit paroître un point très-noir , qui s'étend peu-à-peu , & forme bientôt une ombre parfaite de la boule : cette ombre est circonscrite de bleu , de jaune , de rouge , comme celle (2) des bords du trou , & le champ intermédiaire paroît d'une blancheur extrême.

Passé ce point , l'ombre de la boule commence à

(1) Voyez la note précédente.

(2) Cette teinte est formée par les rayons bleus réunis au foyer.

disparoître sous une teinte indigo (1) , ainsi que les cercles colorés qui la circonscrivent. La même chose s'observe à l'égard de l'ombre des bords du trou : peu-à-peu cette teinte s'éclaircit vers la circonférence , & lorsqu'elle a acquis toute sa netteté , elle forme de la boule une belle image bleu-clair , excepté au centre où l'on distingue un petit orbe bleu foncé. Alors aussi les bords de l'ombre du trou sont encadrés par un large cercle bleu ; mais le champ qui les sépare n'est plus d'un blanc aussi vif.

A mesure que la distance de la lentille à la toile augmente , cette image diminue en netteté & en intensité , le petit orbe foncé disparoît , & elle devient toute d'une teinte. Le cercle qui encadre les bords de l'ombre du trou s'étend au-delà , & le champ de lumière continue à perdre de sa vivacité.

Enfin l'image bleue disparoît entièrement à son tour ; le champ plus étendu est bleuâtre : au centre se voit un point blanc plus vif , & ses bords sont circonscrits par une grande auréole bleue. Ce qui arrive à l'étendue & à la teinte des bords de l'ombre de la boule , arrive à l'étendue & à la teinte des bords du champ de lumière.

Quelque corps qu'on choisisse , tant qu'il ne formera point solution de continuité , les

(1) Cela doit être , puisque les rayons incidens , attirés & décomposés sur la boule & sur les bords du trou , se replient en sens contraire.

phénomènes feront les mêmes ; ils feront inverses , s'il forme solution de continuité.

Je ne m'arrête point à décrire ceux que présente un disque découpé en étoiles , ou de quelqu'autre manière : mais j'observerai qu'ils offrent un spectacle enchanteur , & servent à faire voir une variété prodigieuse de teintes produites par le mélange de nos trois couleurs primitives.

De l'Invariabilité de la Déviation des Rayons Hétérogènes.

- Exp. 179. A cinq pouces du sommet du cône lumineux , placez un petit anneau , de manière que l'axe de l'un passe par le centre de l'autre ; & vous verrez l'ombre projetée sur la toile , bordée en-dehors , d'un cercle bleu ; en-dedans ,*
Exp. 180. d'un cercle rouge circonscrit par un jaune. Interposez une lentille ; ces rayons s'y étant croisés prendront entre eux un ordre inverse : de sorte qu'en-dehors l'anneau sera bordé d'un cercle rouge circonscrit par un jaune ;
Exp. 181. en-dedans , d'un cercle bleu : après leur point d'intersection , interposez une seconde lentille (1) , & ils reprendront leur ordre primitif : interposez une troisième lentille ,

(1) On sent bien sans que je le dise , que chaque lentille doit être interposée après le point d'intersection , c'est-à-dire au-delà du foyer de la précédente.

& l'ordre inverse reparoîtra. Quel que soit le nombre des lentilles interposées, les phénomènes seront invariables.

Ils seront invariables encore, si à cet anneau *Exp. 183.* vous substituez un petit disque découpé en anneaux concentriques fort étroits, séparés l'un de l'autre par un intervalle d'une ligne.

Ils seront de même invariables, si à travers *Exp. 184.* plusieurs lentilles vous regardez ce disque suspendu contre le ciel couvert.

Enfin ils seront invariables, si vous recevez sur *Exp. 185.* un carton blanc l'ombre de ce disque exposé au soleil, après avoir interposé une lentille d'un diamètre convenable.

Ainsi l'ordre de la déviabilité des rayons hétérogènes, décomposés dans la sphère d'attraction des corps, est si constant que rien ne peut le changer.

Des Couleurs primitives coupant sur des fonds différemment colorés.

A la distance de quelques pieds, qu'on regarde au *Exp. 186.* prisme des boules égales d'ivoire, de plâtre, de jayet, de cuivre jaune, de cire rouge, de charbon, suspendues verticalement contre le ciel couvert, & placées sur la même ligne; elles paroîtront également environnées de différentes teintes.

Exp. 187. Ces boules étant exposées au soleil ou à la lumière d'une bougie, de quelque manière & à quelque distance qu'on les regarde, leurs ombres projetées sur un carton blanc offriront les mêmes phénomènes.

Mais lorsqu'on regarde leur hémisphère éclairé, tout paroît changé, & change sans cesse avec la teinte du fond qu'on leur oppose.

Exp. 188. Vues sur blanc & à douze pieds de distance, la première différence sensible, c'est que les boules noires ou de teinte obscure semblent décomposer la lumière beaucoup plus que les boules blanches ou de teinte claire (1) : une autre différence sensible, c'est que leurs orbes colorés ont plus d'intensité & d'étendue : enfin une différence sensible, c'est que ces orbes ne paroissent pas rangés de même. Dans les noires, ils le sont exactement comme si elles étoient vues contre le ciel couvert : mais dans les blanches, on voit un orbe rouge au milieu d'un bleu, moins apparent dans les boules de teinte claire.

Exp. 189. Sur air en lieu obscur (2), les blanches semblent

(1) Au premier coup-d'œil, on croiroit le centre & le bas de ces boules couverts d'une simple teinte bleuâtre surmontée d'un croissant rouge : mais examinées de près, elles paroissent ainsi que les noires environnées d'un cercle bleu, d'un rouge & d'un jaune ; beaucoup plus foibles à la vérité, mais toujours placés dans le même ordre.

(2) Ces phénomènes deviennent frappans, lorsqu'on substitue avec prestesse un fond blanc à un fond noir.

à leur tour décomposer la lumière beaucoup plus que les noires : les premières offrent un spectre parfait, très-peu sensible dans les dernières.

Sur rouge, les blanches offrent un spectre tronqué où Exp. 190. manquent le bleu & le violet. Ce spectre est peu sensible dans les boules de teinte claire (1); moins encore dans les rouges, & presque point dans les noires.

Sur bleu, le spectre qu'offrent les blanches se termine Exp. 191. au verd (2) : il est d'ailleurs peu sensible dans les boules de teinte claire, moins encore dans les rouges, & point du tout dans les noires.

Sur jaune, les noires paroissent couvertes d'un orbe Exp. 192. rouge contigu à un bleu ; tandis que les blanches présentent un orbe verd surmonté d'un croissant rouge.

Ces différences tiennent uniquement à des causes accidentelles : car quelle que soit la teinte du fond, chaque boule vue à une petite distance (3) paroît environnée des mêmes teintes, formées par l'intersection de trois cercles colorés, toujours rangés suivant l'ordre de la déviabilité des rayons hétérogènes.

Mais il y a sur cet article plusieurs particularités remarquables.

(1) Comme celle des métaux blancs.

(2) Encore ce verd est-il bleuâtre.

(3) A dix ou douze pouces.

Les rayons incidens sur l'hémisphère antérieur de ces boules , après s'être décomposés à sa surface , sont en partie absorbés & en partie réfléchis (1) : du mélange des derniers résulte la teinte sous laquelle est vue chaque boule.

Quant aux rayons ambiants qui se trouvent dans la sphère d'attraction de ces boules , ils se décomposent de la même manière à la circonférence de chacune ; comme on l'observe à leur ombre projetée sur un carton. Mais ces rayons décomposés ne forment point foyer sur la choroïde , lorsque l'œil est placé devant l'objet qui les décompose. Il n'y a donc de visibles que ceux qui , après avoir été réfléchis par le fond , se dévient ensuite dans cette même sphère. Ainsi chaque boule est vue par des rayons réfléchis de dessus sa surface , & par des rayons repliés à sa circonférence. Or , du mélange de ces différens rayons résultent nécessairement différentes teintes , suivant la couleur des boules & celle du fond.

Pour éclaircir les phénomènes , entrons là-dessus dans quelques détails.

Vues sur blanc , & à la distance de 20 pouces , par l'angle inférieur d'un prisme ; dans

(1) Voyez l'article des couleurs considérées dans les corps.

toutes, le croissant bleu supérieur, coupant sur le fond, s'apperçoit au mieux : à l'égard du croissant inférieur, comme il coupe sur la teinte des boules, il s'apperçoit peu sur jaune, moins encore sur rouge, & presque point sur noir : mais il se distingue assez bien sur les métaux blancs, mieux encore sur les substances d'un blanc mat (1).

Le croissant rouge supérieur ne s'apperçoit dans aucune, qu'à l'aide de la teinte pourpre ou violette, qu'il prend par le mélange d'une partie du croissant bleu contigu : en s'éloignant, les rayons dont il est formé se séparent en vertu de leur différente déviabilité ; alors il paroît très-bien sur les métaux blancs, mieux encore sur les substances d'un blanc mat : mais si sa distance va jusqu'à confondre les rayons rouges avec les jaunes, il paroîtra d'une teinte sanguine ou orangée obscure. A l'égard du croissant rouge inférieur, comme il coupe sur

(1) Les croissans qui environnent les boules blanches ne sont pas produits par des rayons réfléchis & différemment réfractés, comme quelqu'un l'a avancé. L'espace intermédiaire ne reste pas blanc non plus ; parce que les différentes parties des images colorées, tombant sur cet endroit commun, se couvrent mutuellement, & produisent le blanc. (Voyez Opt. de Smith, traduite par M. le Roi).

le fond , il s'apperçoit toujours distinctement , & toujours d'autant mieux que la teinte des boules est plus obscure.

Le croissant jaune supérieur ne se voit que sur les boules blanches ; sur les métaux blancs , il s'apperçoit par la teinte verte qu'il produit avec partie du croissant bleu inférieur contigu. Sur rouge , il est très-peu sensible , de même que sur noir mat , quoiqu'il s'apperçoive foiblement sur noir bruni. Sur jaune il ne s'apperçoit point du tout. Quant au croissant jaune inférieur , comme il coupe sur le fond , il s'apperçoit toujours distinctement de près , & toujours d'autant mieux que la teinte des boules est plus obscure : mais à certaine distance , il paroît assez peu , parce qu'il se distingue mal sur blanc.

Si sur fond blanc , les boules paroissent d'autant moins colorées que leur teinte est plus claire : c'est qu'elles réfléchissent proportionnellement beaucoup plus de lumière : or cette lumière réfléchie mêlée aux rayons décomposés affoiblit considérablement l'intensité de leurs couleurs.

Comme des boules blanches réfléchissent de tous côtés beaucoup de lumière , leurs contours sont toujours foiblement exprimés par

une dégradation d'ombres ; aussi , lorsque la lumière tombe d'en-haut , leurs croissans colorés inférieurs ne tranchent-ils point sur le fond , trop affoibli par la lumière non décomposée que réfléchit le bas de l'hémisphère antérieur.

Certains rayons ne disparoissent pas simplement sur certains fonds , ils changent encore de teintes. Or d'après les changemens apparens des couleurs primitives ; par la teinte des boules en expérience , on conçoit facilement ceux qu'elles doivent subir de la part du fond.

Sur fond noir (1), le croissant bleu supérieur ne se distingue presque pas ; aussi paroissent-elles toutes immédiatement environnées d'un croissant rouge , peu sensible dans les boules de cette couleur , moins encore dans celles de teinte obscure , & presque point dans les noires. Quant aux croissans jaune supérieur & bleu inférieur , ils sont vus sur la teinte des boules. Il en est de même d'une partie du rouge inférieur qui , conjointement à la partie contiguë du bleu , forme une teinte violette très-marquée sur les boules

(1) J'ai choisi du drap , comme l'étoffe la plus propre à absorber la lumière : or il est simple que les couleurs disparoissent dans l'obscurité.

blanches : quant à l'autre partie du rouge & au jaune entier , ils sont vus sur la teinte du fond , & ne se distinguent point du tout.

Sur fond d'air en lieu obscur , & sur fond verd foncé , les phénomènes sont les mêmes que sur fond noir ; à cela près que les couleurs apparentes sont un peu plus vives , parce qu'il y a moins de lumière éteinte.

Sur fond rouge , les phénomènes sont les mêmes encore , à cela près que les couleurs sont ternes.

Sur fond jaune , les phénomènes sont comme sur fond blanc ; à cela près que le croissant jaune inférieur ne se distingue pas. A mesure qu'on s'éloigne , les croissans s'étendent & les cercles dont ils font partie paroissent enfin des orbes colorés ; mais d'autant moins distincts qu'on s'éloigne davantage : de ces orbes , la seule partie visible est celle qu'on apperçoit sur la teinte de la boule , lorsque le fond est obscur ou fortement coloré. Encore si la teinte des boules n'est pas claire , cette partie se distingue-t-elle toujours d'autant moins que l'éloignement à la boule augmente.

Ce que nous venons de dire au sujet des phénomènes qu'offrent les couleurs primitives coupant sur des fonds différens , se voit au

mieux, lorsqu'on projette sur ces mêmes fonds le spectre *Exp. 193.* formé en exposant le prisme entier aux rayons solaires (1).

Il est simple que chaque espèce de rayons homogènes ne s'aperçoive pas sur un fond de même couleur ; il est simple aussi que chaque espèce s'aperçoive mal sur un fond obscur, & plus mal encore sur un fond noir : enfin il est simple que les teintes qui environnent les boules blanches soient très-foibles sur fond blanc. Mais pourquoi ces teintes deviennent-elles plus vives sur fond noir ? parce qu'il réfléchit moins de lumière non décomposée.

Des Couleurs considérées dans les Corps.

A proprement parler, les couleurs consistent en de simples impressions de la lumière sur l'organe de la vue ; car la lumière elle-même ne comporte aucune couleur. Il n'en est pas moins vrai cependant que ce fluide, si subtil, est composé de parties qui diffèrent essentiellement entr'elles ; puisqu'elles affectent constamment l'organe d'une manière différente : ainsi chaque rayon de lumière est composé de trois autres,

(1) Formé de la sorte, le spectre peut être projeté de tous côtés, & à une très-grande distance.

dont l'un produit la sensation du jaune; l'autre, celle du rouge; & l'autre, celle du bleu: de leurs différentes combinaisons résulte un grand nombre de sensations composées.

Un objet n'est vu que par des rayons réfléchis à sa surface: comme on le démontre par la formation de son image dans la chambre noire.

Colorés en l'une des teintes primitives, les corps réfléchissent le rayon analogue, & absorbent les deux autres.

Tant que leur teinte est pure, leur image respective n'est formée que de rayons homogènes; autrement, il s'y mêle différens rayons: c'est le cas des couleurs mixtes.

A l'égard de chacune de ces couleurs, on conçoit quels sont les rayons simples qui concourent à la former: l'image d'une boule verte par exemple se forme de rayons jaunes & bleus; celle d'une boule violette, de rayons bleus & rouges; celle d'une boule orangée, de rayons rouges & jaunes, &c.: & ces teintes varient sans cesse, suivant que ces rayons se mêlent en différentes proportions.

Toutefois avant & après le point où l'image a toute sa netteté, on ne les voit jamais désunis: mais il faut prendre garde de ne pas les

confondre avec ceux qui se décomposent & se replient à la circonférence de ces boules.

Cette méthode d'observer dans la chambre noire prouve incontestablement que les couleurs des corps n'appartiennent qu'à la lumière, & elle sert à faire connoître les rayons qui se combinent pour produire certaines teintes qui n'ont point encore de nom ; comme celle de quelques minéraux, de plusieurs matières vitreuses, & d'une multitude d'autres objets. On peut faire là-dessus une belle suite d'expériences, que j'abandonne aux curieux ; mais je ne puis me dispenser de faire ici quelques observations particulières.

On pense généralement d'après Newton que certains métaux approchent beaucoup plus de la blancheur éclatante de la lumière pure que le papier, le linge, les terres calcaires, la neige : mais sans raison ; puisque *l'image de ces derniers* Exp. 194. *corps est toujours très-blanche, & blanche dans toute son étendue, excepté aux endroits qui sont dans l'ombre ; tandis que celle des premiers est bleuâtre. Celle d'une* Exp. 195. *boule d'argent même n'a d'éclatant qu'un point radieux formé par l'image réfléchie du soleil ; encore ce point radieux n'est-il blanc que lorsqu'il est fort petit : s'il vient* Exp. 196. *à se dilater, il se colore toujours. Au reste quand les objets de comparaison sont brunis, pour bien*

juger de la différence il suffit qu'ils soient exposés au grand jour ; car lorsqu'ils le sont au soleil, leur teinte est couverte par la lumière pure qu'ils réfléchissent.

On pense généralement aussi que les corps noirs ne paroissent tels que parce qu'ils absorbent la lumière : cependant ils ne sont vus que
Exp. 197. par réflexion. Examinez leur image ; vous verrez que les rayons bleus y entrent en grand nombre & les rouges en petit nombre , car elle est indigo extrêmement foncé.

Exp. 198. Les corps noirs réfléchissent même beaucoup plus de lumière que les corps assez légèrement dans l'obscurité , pour qu'on puisse distinguer à la simple vue leur dessein ou leurs petites parties : ainsi le noir est une vraie couleur.

Les corps laissent passer les rayons qu'ils ne réfléchissent pas : mais quelle que soit leur nature , la transmission ou la réflexion de la lumière n'est jamais totale : ils ne peuvent donc être ni parfaitement noirs (1) ni parfaitement blancs. Par la même raison , leur coloris ne peut jamais avoir l'éclat des couleurs primitives , lors même qu'ils en auroient la teinte.

J'ai dit que les corps ne sont vus que par des

(1) Je borne ici l'acception de ce mot au noir produit par privation de lumière.

rayons réfléchis , & cela est vrai ; mais il faut ici une distinction : tant que les rayons tombent sur les parties externes d'une surface , ils ne subissent aucune décomposition ; car les corps réfléchissent tous de la lumière pure , quel que soit leur coloris ; & plus leur superficie est dense , égale (1) , lisse , plus ils la réfléchissent abondamment. Mais dès que les rayons incidents pénètrent dans les pores de cette superficie , ils s'y décomposent. De ces rayons décomposés , partie est transmise , partie est absorbée , partie est réfléchie ; celle-ci seule forme le coloris des corps : ainsi la réflexion n'est jamais un moyen employé par la nature pour produire les couleurs ; les couleurs matérielles n'en dépendent donc point , comme on l'a prétendu (2).

Quelle que soit la nature des corps , toujours la lumière se décompose à leur circonférence d'une manière invariable ; d'où il suit que leur affinité avec les différens rayons colorés est iden-

(1) Même le jayet poli peut former d'assez bons miroirs de réflexion , comme j'en ai fait l'expérience dans ma chambre noire.

(2) Je ferai voir ci-après que la réflexion ne peut jamais produire de couleurs ; & que la réfraction même ne peut en produire , bien qu'elle se fasse dans des milieux de différente énergie.

tique. Dans tous, elle est donc plus grande avec le jaune qu'avec le rouge, & plus grande encore qu'avec le bleu. Si nous ne les voyons pas couverts des mêmes teintes, ou plutôt s'ils sont couverts d'une teinte particulière, ce n'est donc pas qu'ils aient plus d'affinité avec les rayons qui la forment : c'est que leur tissu se trouve plus propre à donner passage à tel ou tel rayon, & à réfléchir tel ou tel autre.

Poursuivons.

La transparence vient de ce que la coupe des pores est rectiligne d'une surface à l'autre ; l'opacité vient de ce que leur coupe est curviligne ou tortueuse. Les corps diaphanes incolores laissent passer la lumière sans la décomposer ; mais les corps diaphanes colorés la décomposent toujours. Bornons-nous aux vitreux ; la raison des phénomènes qu'ils présentent, étant commune, s'étendra facilement à tous les autres.

C'est une opinion généralement reçue que les verres colorés réfléchissent les seuls rayons de leur couleur, tandis qu'ils absorbent ou transmettent tous les autres. Pour le prouver, on ne considère que la lumière transmise ; & pour assurer la réussite des expériences, toujours on choisit des verres foncés : mais qui ne voit que ces verres, vus par réflexion, paroissent presque

noirs ? Ils ne réfléchissent donc pas le rayon de leur couleur. Il seroit absurde d'ailleurs de prétendre qu'ils ne réfléchissent qu'une espèce de rayons , lorsque leur teinte n'est celle d'aucune couleur primitive.

J'ai eu déjà occasion plus d'une fois de relever les erreurs où sont tombés les Physiciens , faute d'avoir vu les couleurs primitives dans leur état de pureté : en voici un nouvel exemple. Sous la dénomination de verres colorés on a compris une multitude de teintes mixtes ; & sous la dénomination de couleurs simples , on a compris une multitude de teintes qui ne sont point celles de la nature : de sorte qu'après avoir confondu des objets différens , on a fait à l'appui d'un système erroné une foule d'expériences illusoires. C'est ainsi qu'une erreur conduit ordinairement à une autre : tâchons de ramener les choses à leur vrai point de vue.

Tout verre de teinte claire réfléchit & transmet des rayons de même couleur ; *on s'en assure Exp. 199. en le plaçant dans le cône lumineux , & en recevant sur un carton le jet de lumière qui l'a pénétré.* Lorsque sa couleur est simple , il n'y a qu'une espèce de rayons réfléchis & transmis ; les deux autres sont absorbés : mais lorsque sa couleur est mixte , il réfléchit & transmet les différens rayons qui

concourent à la composer. Est-elle composée de deux espèces ? il les réfléchit & les transmet toutes deux ; il n'en absorbe donc qu'une. Est-elle composée des trois espèces ? comme ces rayons y entrent en différentes proportions (1), ils sont réfléchis & transmis dans les mêmes rapports : ceux qui font complément sont donc absorbés. Il arrive à l'égard des verres de teinte foncée ce qui arrive à l'égard des verres de teinte claire.

Comme , jusqu'à moi , les vraies couleurs primitives étoient inconnues , l'art n'a point cherché à les imiter ; celui des verriers n'y est pas même parvenu par hasard : aussi tous les verres colorés qui me sont tombés entre les mains étoient - ils de teintes mixtes , plus ou moins fortes ; & toujours composées des trois couleurs simples , mais combinées en différentes proportions. Dans tous , les rayons de leur couleur dominoient , & les autres y étoient en plus ou moins grand nombre , comme je m'en suis

Exp. 200. assuré par diverses expériences. *Faits en lentilles & placés entre l'œil & une lumière , ils rendoient sensiblement les différentes couleurs de la flamme , quoiqu'avec*

(1) Autrement leur mélange produiroit du blanc.

différens degrés de netteté. Placés devant le trou qui Exp. 201. donne passage au faisceau destiné aux expériences prismatiques, ils n'empêchoient pas qu'on ne distinguât dans le spectre différentes couleurs. Exposés au soleil, Exp. 202. on voyoit avant & après la réunion des rayons au foyer, le champ de leur teinte circonscrit de cercles différemment colorés; lors même que leurs bords étoient couverts d'un papier noirci.

C'est l'usage actuel des Astronomes de se servir d'objectifs colorés pour remédier à la prétendue aberration de réfrangibilité. Mais en la supposant réelle: d'après les faits qu'on vient d'exposer, on sent bien ce qu'on doit attendre de cet usage. *11. 10. 01.*

F I N.

E R R A T A.

Page 11, dernière ligne, six pieds; lisez seize pieds.

Page 38, ligne 7, se traceront aussi; lisez se traceront deux bandes colorées; puis de part & d'autre se traceront aussi.



3734
169



12

96

